Preis DM. 1.-

Postversandort München

Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

24. JAHRGANG

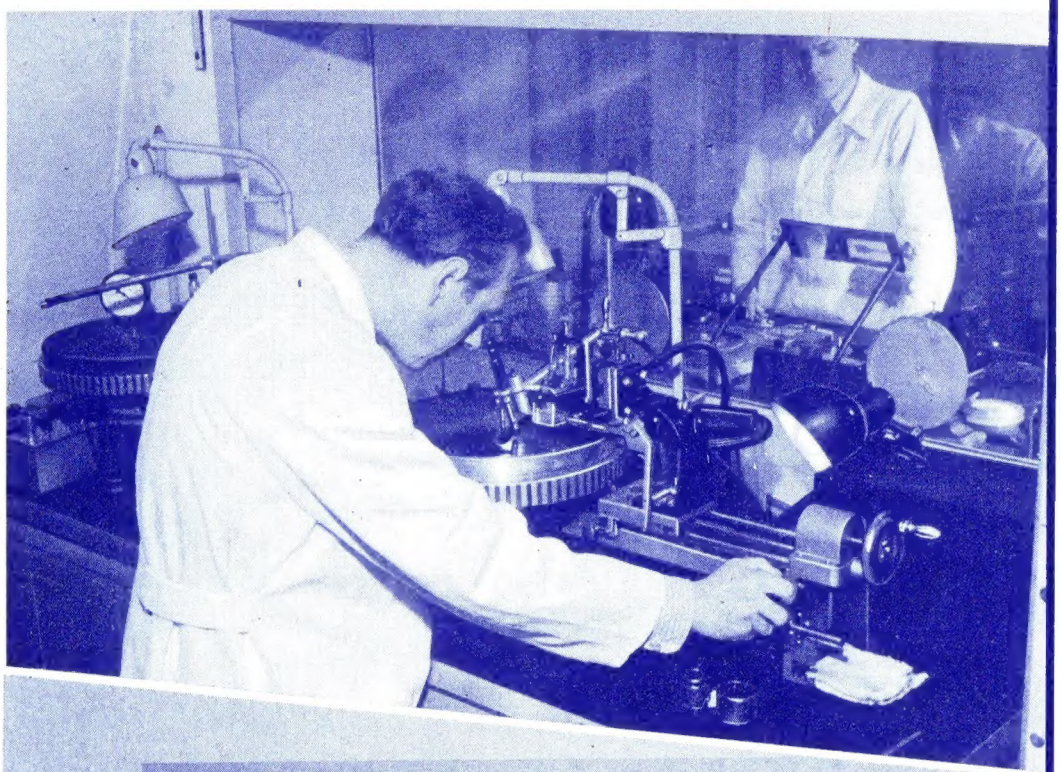
1. Okt.-Heft 1952 Nr. 19

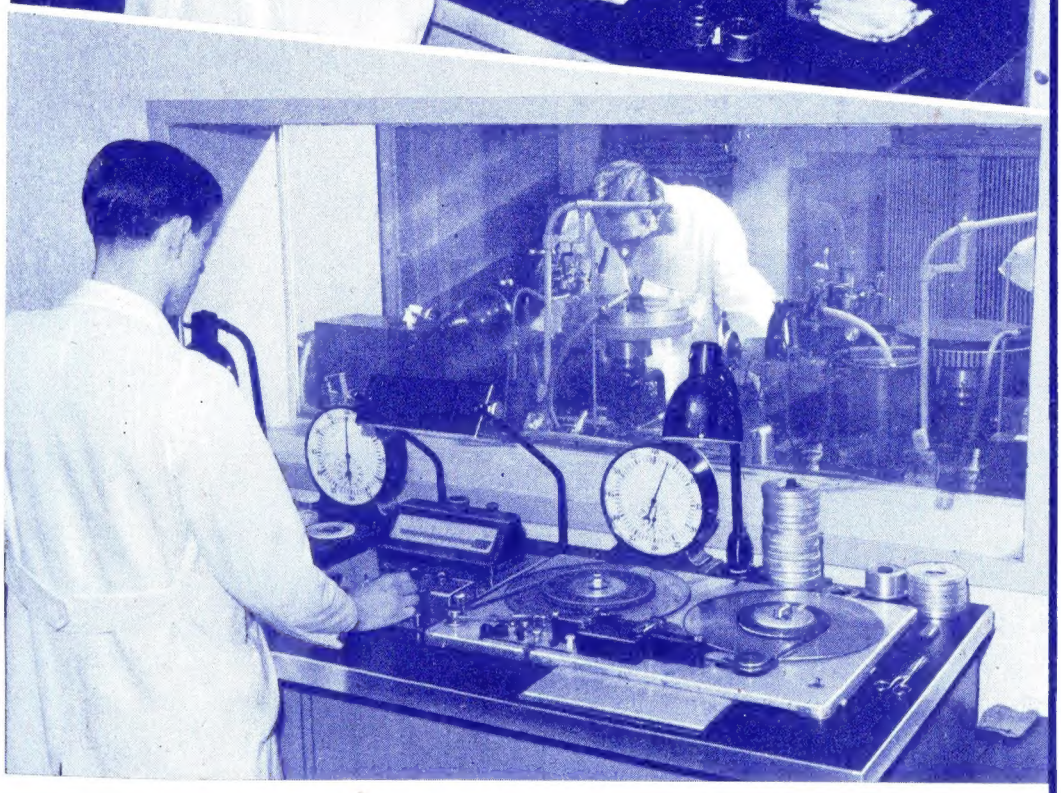
ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

Erscheint am 5. und 20. eines jeden Monats

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer





Auch die Schallplattenindustrie bedient sich der Vorteile des Magnetophonbandes. Schallplattendarbietungen werden stets auf Band aufgenommen und von diesem auf Folien überspielt, die heute an Stelle des Wachses verwendet werden. Magnetophon und Schallplatten-Aufnahmemaschine (mit der auch variable Micrograde geschnitten werden können) befinden sich in zwei Räumen beiderseits eines schallsicheren Fensterdurchbruchs. *(Aufnahmen bei der Deutschen Grammophon-Gesellschaft: Carl Stumpf)*

Aus dem Inhalt

Mikrorillen-Langspielplatten 381
Die KW-Amateure wurden nicht vergessen ... 381
Aktuelle FUNKSCHAU ... 382
Ein Studio für stereoakustische Aufnahmen ... 383
Elektromagnetischer Körperschall-Abtaster für Saiteninstrumente ... 384
75 Jahre Schallaufzeichnungstechnik ... 384
Die Tieftonwiedergabe in der Praxis (3. Teil) ... 385
Der Eckenlautsprecher ... 386
Ein Bildmuster-Generator für den Fernseh-Kundendienst ... 387
Fernsehtechnik ohne Ballast 8. Folge: Die Kameraröhre ... 389
Einführung in die Fernseh-Praxis 31: Die magnetische Zeilenablenkung ... 389
FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten: AM/FM-Großsuper 9952 ... 391
Radio-Patentschau ... 392
Vorschläge für die Werkstattpraxis: Einfache Biegevorrichtung; Das Bearbeiten von Trolitul; Versilberung von UKW-Spulen; Achtung auf Lötstellen am Heizkreiswiderstand! UKW-Störungen durch Christbaumschmuck; Zeitweilige Kurzschlüsse in Kondensatoren ... 393
Batteriegespeister Katodenverstärker ... 393
Spannungsprüfgerät für Lackdrähte ... 393
FUNKSCHAU-Auslandsberichte ... 394
Funktechnische Fachliteratur ... 394

Unsere Beilagen:

Röhren-Dokumente
Abstimmanzeigeröhren (Blatt 1 und 2)
Batterieröhren (Blatt 1 und 2)

Die **Ingenieur-Ausgabe** enthält außerdem:

ELEKTRONIK Nr. 5

Das positive Elektron ... 33
Leitungen in der Zentimeterwellentechnik. Stehende Wellen auf Doppelleitungen ... 34
Die Endstufe für die Vertikalablenkung i. Fernsehempfänger 36

2700 Schaltpläne = 78.50 DM

mit anderen Worten: **1 Schaltung = 3 Pfg.**
So billig ist die ART-Schaltplansammlung
Auch einzelne Fabrikatsätze erhältlich —
Preis auf Anfrage

Sie enthält praktisch sämtliche in Deutschland jemals gebauten Rundfunkempfänger bis zum Jahr 1948 und ist damit auch in Verbindung mit der FUNKSCHAU-Schaltungssammlung, die jeweils die neuesten Schaltungen bringt, ein

unerschöpfliches Schaltungsarchiv für jede Radio-Werkstatt, jedes Labor, jeden Instandsetzer

Bestellen Sie deshalb noch heute:

ART-Schaltplansammlung mit 2700 Schaltungen in 3 Ordnern zum Preise von 78.50 DM portofrei. Teilzahlung nach Vereinbarung möglich.

Lieferung sofort!

ART

Allgemeine-Rundfunk-Technik G.m.b.H.
Bielefeld, Postfach 41

SÜDFUNK »DIAMANT« SERIE 1953

Vollendet bis ins Letzte

UKW-höchstempfindlich
UKW-höchsttrennscharf
UKW-Fernempfang
UKW-ausstrahlungsarm
den **Postbedingungen** *entsprechend, 8 Röhren, Magisches Auge, UKW-Vorstufe, Ratiodetektor (Diskrim.), Poliertes Edelholzgehäuse.*

TYPEN
W 80, 3 Wellenber. DM **239.-**
W 82, 4 Ber. m. Schiffsw. DM **259.-**
U 82, 4 Bereiche mit Schiffswelle, Allstrom DM **259.-**

EXPORTTYPEN
6 W 54 Wechselstrom u. Autobatterie
W 54 Wechselstrom
B 54 Trockenbatterie
6 BW 54 Wechselstrom, 6-V-Batterie und 90/1,5 V

Südfunk-Apparatebau Dr. Ingenieur ROBERT OTT
STUTTGART N, Löwentorstraße 18-20

Eine neue Schöpfung
der Akustik

das **PEIKER** *-Super-Mikrophon*
für hochwertige akustische Übertragungen

H. PEIKER Fabrik piezoelektrischer Geräte
BAD HOMBURG v. d. H. · HOHESTR. 10

ÄLTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE

KATHREIN
Allbereich-
RUNDFUNKANTENNEN
FÜR EINZEL- UND GEMEINSCHAFTSEMPFANG
KATHREIN
ANTON KATHREIN · ROSENHEIM (OBB.)

KATHREIN · ANTENNEN — EIN QUALITÄTSBEGRIFF

Das Vorjahrsbuch hat in Fach- und Amateurkreisen einen wirklich begeisterten Anklang gefunden.

Das neue Buch bietet noch mehr!

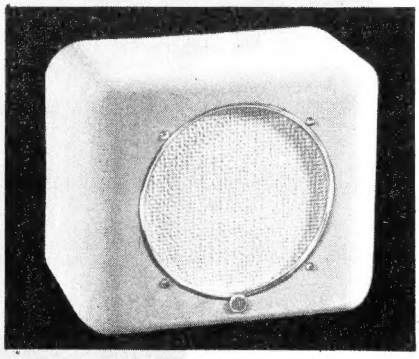
Aus dem Inhalt: Ein reichhaltiges UKW-Empfänger- und Ela-Programm, div. Schaltungen, Präzisions-Tonbandgeräte, Meßgerätebau, neue Taschengeräte, Literaturquellen, Bastlerkniffe u. ein fast lückenloser Katalog von Rundfunk- und Fernseh-Einzelteil. m. d. neuest. Preisen.

Preis des Jahrbuches mit einem Gutschein über DM 2.- . . . . . **DM 2.-** einschließlich Porto bei Vorauszahlung (Postscheck-Konto München 13753)

RADIO-RIM
Versandabteilung
München 15, Bayerstraße 25/a

Ein Schlager!

Unsere neuen Gehäuse-Lautsprecher, größer u. schöner zum gleichen Preis



Elfenbein-Ausführung, komplett mit Trafo DM **31.-** brutto

Fibrit-Gehäuse in 8 verschiedenen Farben, perm.-dyn. Chassis, 3 Watt, komplett mit Trafo DM **29.-** brutto

HECO

Qualitäts-Lautsprecher für jeden Zweck

HECO - Funkzubehör

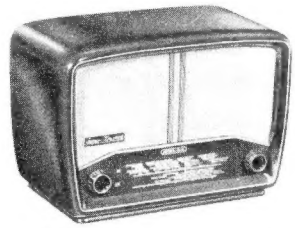
Hennel & Co. K.-G., Schmitten i/Ts. / Fernruf 81

Silberne Medaille, Luxemburg 1952

JOTHA-Radio

UNSERE FAVORITEN 1952/53

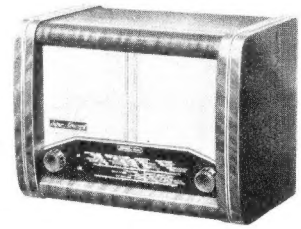
die Sensation der Saison!



JOTHA-Super-Trumpf

Kleinode zu unerreichtem Preis

In formschönem Preßstoffgehäuse **nur DM 128.-**



Wechselstrom-**Vollsuper** mit 10 Kreisen (4 AM, 5 FM, 1 Saugkr.), MW und UKW, 3 Röhren, Diodengleichrichtung und Selen mit insgesamt 9 Funktionen, Flankengleichrichtung, Gegenkopplung, automatische Schwundregelung, Tonblende, **additive Mischung auf UKW - Pat. geeichte UKW-Namenskala.**

In elegantem Edelholzgehäuse **nur DM 148.-**

Die erfolgreiche „Mercedes"-Serie

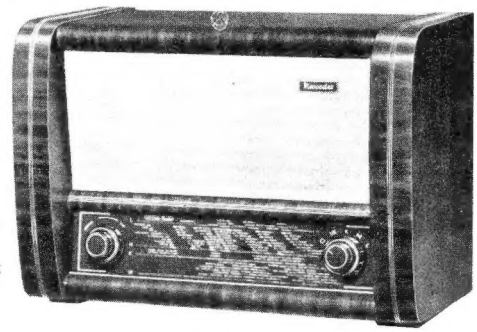
drei UKW-Spitzensuper von wirklichem Format in eleganten, formschönen, hochglanzpol. Edelholzgehäusen, für **alle** Wellenbereiche, **mit Ratiodetektor und Vorstufe,** 15 Kreise (6 AM, 9 FM), 1 ZF-Saugkreis 468 KHz, **Pat. geeichte Namenskala,** Vollsichtskala mit Wellenbereichanzeiger, automatischer Schwundausgleich, Kontinuierliche Tonblende. Eingebaute UKW-Antenne, Anschluß für Tonabnehmer und zwei Lautsprecher.

Mercedes 239 R

9 Röhrenfunktionen mit 5 Röhren und Selengleichrichter

nur DM 239.-

Gehäuse 470 x 335 x 245 mm

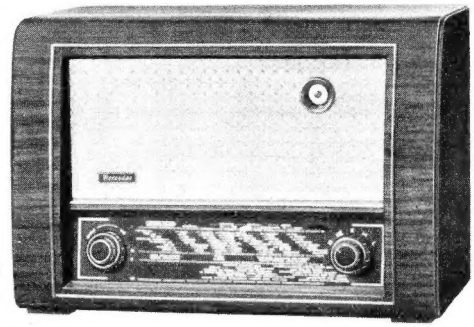


Mercedes 265 RL

mit Maglschem Auge 10 Röhrenfunktionen mit 6 Röhren und Selengleichrichter

nur DM 265.-

Gehäuse 500 x 345 x 245 mm



Mercedes 295 RLT

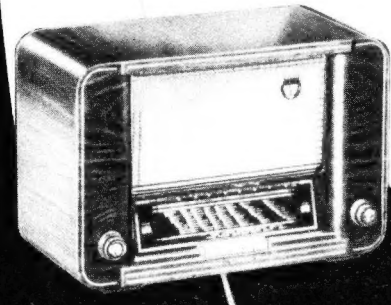
Der Spitzensuper mit 8 Drucktasten und 2 Lautsprechern, mit Mag. Auge, in luxeriösem Edelholzgehäuse, 520 x 345 x 245 mm

JOTHA-RUNDFUNKEMPFÄNGER
sind Meisterstücke Schwarzwälder Präzisionsarbeit
ausgereift - erlesen - vollkommen

ELEKTRO-APPARATE-FABRIK · J. HÜNGERLE K. G.
KÖNIGSFELD / SCHWARZWALD

SCHAUB WELTSUPER 54

ist das überragende Spitzengerät aus dieser geschätzten Traditionsreihe. Einige techn. Daten: 6 Rundfunk- + 11 UKW-Kreise; 16 Röhrenfunktionen; 4 Wellenbereiche; Drucktastenwähler; KW-Lupe; eingebaute Antenne; UKW-HF-Vorstufe; 3 UKW-ZF-Stufen; Ratio-Detektor; Bandbreitenregelung; Konzert-Lautsprecher; **erstmals UKW-Kanaleinteilung;** opt. Bandbreiten- und KW-Lupenanzeige u. a. m. Edelholzgeh. 56 x 37 x 27,5 cm
Für Wechselstrom DM **398.–**



UKW
GANZ
GROSS

Immer vollkommener werden die Geräte der Rundfunktechnik, und immer höhere Anforderungen werden an die Qualität der Einbauteile gestellt

BOSCH

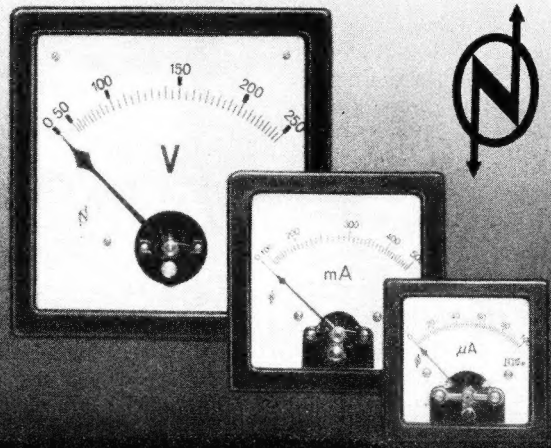
MP-KONDENSATOREN

entsprechen jeder Anforderung, sie bieten die höchste heute erreichbare Sicherheit

sie sind

selbstheilend
überspannungsfest
kurzschlußsicher

ROBERT BOSCH GMBH STUTTGART



Elektrische Meßinstrumente
in quadratischer Form

Dreheisen- und Drehspul-Systeme
Ferraris-Systeme Einphasen- und Drehstrom – Wattmeter

Schalttafel- und Vielfachinstrumente · Röhrenprüfgeräte
Elektrizitätszähler · Elektro-Trockenschränke
Elektrische Kondensatoren

NEUBERGER

JOSEF NEUBERGER · MÜNCHEN B 25 · Fabrik elektrischer Meßinstrumente

KOFFER-GEHÄUSE

FÜR EMPFÄNGER UND TONBANDGERÄTE
in jeder Ausführung

MAX RETSCH Nachf. (14b) Unterreichenbach bei Pforzheim

Neue Skalen

in eigener Herstellung
kurzfristig lieferbar für
ca. 1000 Typen

AEG	Mende
Blaupunkt	Minerva
Brandt	Nora
Braun	Padora
DE TE WE	Philips
EAK	Radione
Eltra	Saba
Eumig	Sachsenw.
Graetz	Schaub
Grundig	Seibt
Hornyphon	Siemens
Kapsch	Staßfurt
Körting	Stern
Loewe	Tandberg
Lorenz	Telefunken
Lumophon	Tungsram

Wega u. a. m.

Ing.
Gerhard Dammann
Berlin-Schöneberg
Badenschestraße 6
Telefon 71 60 66

RSD

Qualität
kann nicht verschenkt werden.

Meine **Sonder-Rabatte** kann ich nur auf Grund größter Abschlüsse gewähren. Schauen Sie also nicht auf wenige Pfennige und decken Sie Ihren Bedarf nach wie vor bei Ihrem **bewährten Röhrenlieferanten.**

RSD

RÖHRENSPEZIALDIENST
ein Begriff für
Qualität, Lieferfähigkeit,
prompteste Bedienung

GERMAR WEISS
GROSSHANDEL · IMPORT · EXPORT
FRANKFURT / MAIN
HAFENSTR. 57 · RUF 73642

KAUFE RÖHREN ALLER ART
GEGEN KASSE

Mikrorillen-Langspielplatten

Etwa 1948 ging es mit der Schallplattentechnik einen entscheidenden Schritt vorwärts: Endlich zog man die Konsequenzen aus den Tatsachen, daß das elektrische Abspielen der Schallplatten schon seit langem bekannt war, und daß von dieser Möglichkeit in steigendem Maße Gebrauch gemacht wird. Endlich nutzte man es aus, daß zur Schallplattenwiedergabe elektrische Abtaster mit sehr geringen Auflagekräften zur Verfügung stehen.

Bei der anfangs allein möglichen mechanischen-akustischen Wiedergabe mußte die in der Schallplattenrille geführte Abtasternadel die Membranbewegungen, die die Schallwellen zu verursachen hatten, unmittelbar bewirken. Dazu brauchte man große und tiefe Rillen, von denen etwa vier auf einen Millimeter Rillenbandbreite trafen. Außerdem wurde hierfür ein Plattenmaterial benötigt, das eine gute Nadelführung garantiert: Die mechanisch-akustisch wirkende Abtastdose setzt nämlich den Nadelbewegungen ziemlich große Kräfte entgegen. Das würde bei weniger starrem Plattenwerkstoff ein erhebliches Benachteiligen der Wiedergabe im Bereich der hohen Frequenzen bedeuten.

Rillenprofil und Plattenmaterial mußte man in der ersten Zeit der elektrischen Wiedergabe beibehalten, weil damals die mechanische Wiedergabe doch noch vorherrschte und weil die elektrischen Tonabtaster zuerst noch schwer waren und zur Bewegung ihrer Stahlnadeln erhebliche Kräfte erforderten. Von 80 bis 100 g Auflagekraft aber ging es bald auf etwa 25 g (To 1000) und dann weiter herunter. Seit einiger Zeit ist man bei etwa 10 g angekommen, was nur durch entsprechend verminderte Gegenkräfte gegen die Nadelbewegungen möglich war.

Der nächste Schritt führte dann zu den Mikrorillen-Schallplatten mit ihren schmaleren Rillen und ihrem weniger starren Plattenwerkstoff. Statt vier Rillen schnitt man jetzt acht bis neun auf einen Millimeter der Rillenbandbreite. Mit den schmaleren Rillen und dem dazu passenden kleineren Abrundungshalbmesser der Nadelkuppe wurde es möglich, auch die die Schallwellen abbildenden Rillenauslenkungen zu verringern. Das führte zu niedrigen Platten-Umlaufgeschwindigkeiten (von 78 Umläufen je Minute auf 33⅓). Beides zusammen — die ungefähr doppelte Rillenzahl je Millimeter Rillenbandbreite und die etwa halbe Umlaufgeschwindigkeit — ergab rund vierfache Plattenlaufzeit.

Mit ihrer recht beträchtlichen Spieldauer von einer Viertelstunde bis in die Nähe einer halben Stunde waren diese Langspielplatten anfangs in erster Linie für klassische Musik gedacht. Sie ermöglichen, auch solche Musikstücke ohne Unterbrechung wiederzugeben, die früher, bei den Normalrillen-Platten, in einzelne kleinere Portionen aufgeteilt werden mußten. So vermitteln die Langspielplatten bei klassischer Musik einen weit höheren Genuß als die Normalrillenplatten.

Doch geht man immer mehr dazu über, auf Langspielplatten je Plattenseite auch mehrere kürzere Musikstücke, ja sogar Schlager und Tanzmusik zu bringen. Hierbei war das Vorurteil zu überwinden, daß eine Zusammenstellung einer Anzahl von Musikstücken oder Schlagern für den Verkauf der Platten ein Hindernis bedeute. Man erinnerte sich nämlich daran, daß schon manche der Normalrillenplatten mit ihren zwei Stücken Schwierigkeiten machte, auch wenn eine Plattenseite mit einem gerade besonders bevorzugten Stück oder Schlager bespielt war: Nicht selten wurden solche Platten abgelehnt, weil die andere Seite weniger gefiel. Den Langspielplatten prophezeite man demgemäß, daß die auf ihnen enthaltenen Zusammenstellungen größerer Zahlen von Einzelstücken noch stärker verkaufshindernd seien als die Verbindung zweier Aufnahmen einer Normalrillenplatte. Die Plattenhersteller jedoch haben dieser Schwierigkeit entgegengesehen. Sie erreichen durch sorgfältige Auswahl und Zusammenstellung der Stücke, daß deren Kopplung auf einer Platte von dem Kunden durchaus nicht als unangenehm empfunden wird.

Es sind sogar schon Stimmen laut geworden, daß die Mehrplattenspieler durch Langspielplatten dieser Art hinfällig würden. Das dürfte jedoch übertrieben sein. Im Gegenteil. — Wahrscheinlich wird man in Zukunft immer häufiger auch Langspielplatten auf Mehrplattenspielern abspielen. Man kommt damit zu Gesamtabspielzeiten von mehreren Stunden. Das gibt die Möglichkeit, abendfüllende Programme zusammenzustellen, in die man allerdings gelegentlich durch Abstellen des Spielers größere Pausen einschalten wird.

Die verlängerte Spielzeit ist übrigens nur ein Teil des Fortschrittes, den die Langspielplatte offenbart. Der praktisch kornlose Plattenwerkstoff der Langspielplatte gestattet es, ihre Rillen bis in die letzten Feinheiten hinein zu schneiden und auszupressen. Seine geringere Starrheit bringt es mit sich, daß die ganz kleinen Unregelmäßigkeiten, die in den Matrizen wohl nie völlig vermeidbar sind und damit auch in den Rillenflächen der Schallplatten erscheinen, beim Abspielen nachgeben und — sozusagen — niedergebügelt werden. So vermag uns die Langspielplatte einen Tonumfang und eine Störfreiheit zu bieten, die sie weit über die früheren Schallplatten hinaushebt.

Natürlich war es nicht so ganz leicht, beides zu erreichen. Viel Kleinarbeit mußte da geleistet werden. Es war zunächst nötig, das Schneidverfahren zu verbessern. Das Wachs, auf dem man die Aufnahmen zuvor geschnitten hatte, erwies sich jetzt als zu grob. So entwickelte man Lackplatten, deren zu schneidende Schicht ein viel feineres, gleichmäßigeres und damit besser geeignetes Gefüge hat. Man kümmerte sich um den Schneidstichel. Seine Kanten wurden zweckmäßiger geformt, so daß sie beim Schneiden der Rille die Rillenwände glätten. Außerdem ging man dazu über, den Stichel zu heizen. Das unterstützt die glättende Wirkung der neuen Stichelkanten erheblich. In die Gegenkopplungen, die man seit längerer Zeit in Verstärkern benutzt, um die Klirrverzerrungen zu vermindern und den Frequenzgang einzuebnen, bezieht man jetzt auch den Stichel ein.

Dann aber hatte man das Problem zu lösen, die nun beachtlich gute Aufnahme auf die Preßmatrizen zu übertragen. Da stand das Versilbern der geschnittenen Lackoberfläche im Vordergrund. Es befriedigte in seiner bisherigen Art noch nicht. So wurde ein neues Verfahren gefunden. Man spritzt jetzt die Lösungen, deren Zusammenwirken das Ausfällen des Silbers bewirkt, auf besondere Weise auf die Lackplatte auf. Aber auch die Galvanik, die sich an das Versilbern anschließt, war von Verbesserungen nicht ausgeschlossen.

Alle diese Verbesserungen blieben — abgesehen von dem besonderen Langspielplatten-Werkstoff — nicht auf diese Platten beschränkt. Vielmehr gab die für sie weiter entwickelte Technik der ganzen Schallplattenherstellung einen neuen Auftrieb. Demgemäß hat auch die Qualität der Normalrillen-Platten mit ihren 78 Umläufen je Minute während der letzten Jahren bedeutend zugenommen.

F. Bergtold

Die KW-Amateure wurden nicht vergessen

Die moderne Technik, die doch so ganz auf wissenschaftlichen und industriellen Grundlagen aufgebaut scheint, bietet manche Beispiele einer echten Liebhaberbetätigung, so z. B. die Amateurfotografie, die Segelfliegerei und die Amateurfunkerei. Allen diesen Amateuren ist gemeinsam, daß sie mit großer Zähigkeit an ihrer Liebhaberei hängen.

So waren die deutschen Kurzwellen-Amateure, denen nach der Kapitulation jede Betätigung verboten war, sehr nachdrücklich bestrebt, wieder im Äther zu erscheinen. Dies ist ihnen auch nach einigen Jahren gelungen, während z. B. die österreichischen Amateure zum allseitigen Bedauern heute noch darauf warten. Zunächst standen jedoch in Deutschland von den international festgelegten Amateurbändern nur fünf zur Verfügung, und zwar bei 80, 40, 20, 10 und 2 m Wellenlänge. Die unablässigen Bemühungen der Amateure um Zuteilung weiterer Bänder haben nun zu einem Erfolg geführt. Nach Mitteilung des Fernmeldetechnischen Zentralamtes in Darmstadt sind ab 1. September 1952 zwei weitere Bänder bei 14 m und bei 70 cm für Deutschland freigegeben. Es ergeben sich damit insgesamt folgende Frequenzbereiche:

a) 3 500... 3 800 kHz
b) 7 000... 7 150 kHz
c) 14 000...14 350 kHz
d) 21 000...21 450 kHz
e) 28 000...29 700 kHz
f) 144... 146 MHz
g) 430... 440 MHz

Das unter g genannte Band darf jedoch nur von Lizenzinhabern der Klasse B benutzt werden und gibt hier Gelegenheit zum Arbeiten mit den interessanten Schaltelementen der Dezi-Technik. Ferner bestehen gewisse Einschränkungen in den Sendearten. So darf bei a, b und c nicht mit tonmodulierter Telegrafie gearbeitet werden und den Lizenzinhabern der Klasse A ist in den unter b, c und d genannten Bändern kein Telefoniebetrieb gestattet.

Besondere Befriedigung wird über die Zuteilung des 21-MHz-Bandes herrschen, von dem man annimmt, daß es gute Fernverbindungen ermöglicht. Die FUNKSCHAU wird in einem der nächsten Hefte Anregungen zur Erweiterung bestehender Sendeanlagen auf dieses neue Band bringen.

Andererseits bringt die Freigabe dieser Frequenzen der Industrie besondere Probleme, denn in diesem Gebiet lagen die Zwischenfrequenzen einiger Fernsehempfänger; ein Amateurfunker könnte somit den Bildempfang in seiner Nachbarschaft erheblich „verhageln". Dies sollte zum Anlaß dienen, daß die Industriefirmen sich bald auf günstige Bild-Zwischenfrequenzen einigen, wie dies glücklicherweise beim UKW-Rundfunk (Zf = 10,7 MHz) möglich gewesen ist.

Limann

AKTUELLE FUNKSCHAU

Fernsehen und Rundfunk in Frankreich

Das französische Rundfunkwesen wird einheitlich geleitet von der Radiodiffusion Francaise, die neuerdings auch den Ausbau des Fernseh-Netzes durchführt. Bei Kriegsende war von dem französischen Sendernetz nicht mehr viel Brauchbares übriggeblieben, die Hf-Leistung betrug nur noch insgesamt 135 kW. Dieses Jahr werden nunmehr die Arbeiten zum Aufbau eines neuen Rundfunknetzes beendet, das eine Stärke von insgesamt 2500 kW erreichen soll. In Straßburg entstand ein Sender von 300 kW und in Allouis ein anderer mit 250 kW, dessen Langwellensendungen die bisherige Übertragung von Radio Paris ersetzen. Für die Verbreitung des Rundfunkhörens wird viel getan. So wurden Radio-Heime in Lille, Nancy und Nizza neu errichtet.

Der technischen Entwicklung des Fernsehwesens stehen dagegen auch in Frankreich noch große finanzielle Schwierigkeiten entgegen, und die Zahl der Hörer hat die 30 000 noch nicht wesentlich überschritten. Frankreich hat ferner Schwierigkeiten mit der zukünftigen Übertragung seiner Fernseh-Sendungen und der Übernahme von ausländischen Vorführungen zu befürchten, da es sich für das 819-Zeilen-Bild entschieden hat, dem sich außerdem nur das wallonische Belgien anschloß. Immerhin wurden vor kurzem versuchsweise Fernsehübertragungen zwischen Paris und London durchgeführt, die die Möglichkeit erkennen lassen, die verschiedenen Zeilenbilder bei von Land-zu-Land-Sendungen umzuwandeln. In Paris wurden im Theâtre des Ambassadeurs auch Farbfernseh-Experimente gemacht und später an anderen Stellen wiederholt; dies zeigt, daß Frankreich auch die noch als Zukunftsmusik anmutenden Möglichkeiten im Auge behält.

Für die kleine Hörerzahl ist das Fernseh-Programm recht vielseitig. Es gibt da u. a. Kulturfilme, die von der Sorbonne übertragen werden. Eine ganze Reihe Schulen in der Umgebung von Paris übernehmen bereits diese Vorführungen. Ferner existiert eine Art „Fernseh-Zeitung", die in zahlreiche „Blätter" für Frauen und Jugendliche, für Jünger der Künste und des Sports eingeteilt ist. Bei Opern-Übertragungen hatten allerdings maßgebliche Kritiker den Eindruck, daß es sehr schwierig sei, die Tiefe des Raums und der Bewegungen auf die Fernseh-Fläche zu bannen und daß es hier noch weiterer Verbesserungen der Technik und der Aufnahme-Kunst bedürfe. Karl Lanz

Erfahrungsaustausch Pittsburgh-Stuttgart

Das bergige Gelände um Stuttgart bietet besondere Schwierigkeiten für die Ausstrahlung von Fernsehsendungen. Der Süddeutsche Rundfunk ist daher in einen Erfahrungsaustausch mit dem Fernsehsender Pittsburgh (USA) eingetreten, bei dem ähnliche Geländeschwierigkeiten bestehen. fi.

Dezi-Anlage für Fernsehübertragungs-Wagen

Die Apparatebau-Gesellschaft der Deutschen Werke Kiel hat im Auftrag des NWDR eine Fernseh-Übertragungsanlage für Dezimeterwellen hergestellt. Sie soll zur drahtlosen Übertragung der vom Reportagewagen aufgenommenen Bilder zum eigentlichen Fernsehsender dienen. Die amplitudenmodulierte Trägerfrequenz beträgt 1400 MHz (21,4 cm); die Antenne hat die Form eines Hohlspiegels von 1 m Durchmesser und kann entweder auf dem Dach des Übertragungswagens oder bis zu einer Entfernung von 200 m auf einem Haus oder dergleichen aufgebaut werden. Ein Kontrollgerät im Übertragungswagen gestattet die Prüfung des abgehenden und wieder aufgefangenen Bildes. Empfangsseitig ist ein einziger Dipol mit 2,5 m Spiegeldurchmesser vorgesehen, der wahrscheinlich auf dem Hochbunker des Hamburger Fernsehsenders aufgestellt wird. Durch die scharfe Bündelung der Richtantennen hofft man Entfernungen bis zu 80 km zwischen Übertragungswagen und Hauptstation zu überbrücken. fi.

Lift durch Fernsehen gelenkt

Der amerikanische Erfinder J. E. Shirley hat sich ein Verfahren patentieren lassen, nach dem die Fahrstühle in den großen Geschäftshäusern von einer zentralen Stelle aus mit Hilfe einer Fernsehvorrichtung gesteuert werden können. In jedem Lift sollen eine Fernsehkamera, ein Mikrofon und ein Lautsprecher angebracht werden, die mit der Kontrollstelle in Verbindung stehen. Die Passagiere geben ihr Fahrtziel an, und der Kontrolleur überwacht das richtige Funktionieren der Türen, die Zahl der Mitfahrenden sowie das Aus- und Einsteigen. Durch diese Einrichtung soll der Platz des Begleiters eingespart werden. RSH

Plastisches Fernsehen

Plastische Bilder auf dem Fernsehschirm werden in den USA auf dem Jahreskongreß der Gesellschaft für Experimentalbiologie vorgeführt. Aufnahmen von mikroskopischen Präparaten werden mit einer besonderen Fernsehkamera mit polarisierten Filtern gemacht, die man auf ein Binokularmikroskop aufsetzt. Um die stereoskopischen Bilder auf dem Fernsehschirm erkennen zu können, muß der Betrachter eine besondere Brille mit polarisierten Gläsern tragen.

★ Unser 12. Fachbuch-Tip

Der Sommer ist vorbei, die Bücher locken. Lesen Sie

DER FERNSEH-EMPFÄNGER

Schaltungstechnik, Funktion und Service
von Dr. Rudolf Goldammer

144 Seiten mit 217 Bildern und 5 Tabellen
Preis kart. 9.50 DM, in Halbleinen 11.– DM

Wir können dieses Buch nur immer wieder empfehlen. Es ist die beste Grundlage für die künftige praktische Fernseharbeit. Wenn Sie jetzt mit der Lektüre beginnen, sind Sie genau im Bilde, wenn Sie den ersten Fernsehempfänger in die Hand bekommen. Man sollte keine Zeit mehr verlieren, sich von Goldammer in die Technik des Fernsehempfängers einführen zu lassen.

Zu beziehen durch jede Buch- oder Fachhandlung od. bei Voreinsendung portofrei unmittelbar vom

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 22

Fernsehpause beim NWDR

Der Sendebetrieb des Fernsehversuchssenders Hamburg wurde ab 13. 9. bis zum 19. 10. eingestellt, um die technischen Anlagen zu überholen, zu verbessern und auf den endgültigen Fernsehstart vorzubereiten. RSH

UKW-Sender für private Organisationen?

Die Ergebnisse der Stockholmer UKW-Konferenz erlauben nunmehr einen großzügigen Ausbau des deutschen UKW-Rundfunks. Es ist dabei besonders zu begrüßen, daß im Rahmen der zur Verfügung stehenden Frequenzen jetzt die technischen Voraussetzungen gegeben sind, die vom „Arbeitskreis für Rundfunkfragen" vorgeschlagenen Sender für Institutionen des kulturellen, politischen und sozialen Lebens zu errichten. Es wird daher notwendig sein, baldmöglich auch die gesetzgeberischen und verwaltungsmäßigen Grundlagen für die Erteilung der „Kleinen Lizenzen" zu schaffen. Der „Arbeitskreis für Rundfunkfragen" hat hierzu eine Lizenzordnung ausgearbeitet und wird sie in Kürze der Öffentlichkeit vorlegen.

Kunststoffe 1952

In der Zeit vom 11. bis 19. Oktober findet in Düsseldorf eine Fachmesse und Leistungsschau für Kunststoffe vom Rohprodukt bis zu den vielen Fertigerzeugnissen statt. So ist z. B. die heutige Hochfrequenztechnik ohne Kunststoffe undenkbar und auch das Tonband ist ein Spitzenerzeugnis der Kunststoff-Industrie.

Das neue RADIO-MAGAZIN

Nr. 10 des RADIO-MAGAZIN erschien am 1. Oktober mit folgendem Inhalt:

Differenzieren und Integrieren mit RC-Gliedern — Fernsehantennen vom Standpunkt des Praktikers aus gesehen — Fernsehbrief aus Hamburg — Eigenschaften und Anwendung der UKW-Leitungen — UKW-Abstimmung mit dem normalen Drehkondensator — Heizkreisberechnung für Universalempfänger bei Batterie- und Netzbetrieb — Selbstgebautes Kondensatormikrofon mit umschaltbarer Richtkennlinie — Die Bezeichnung amerikanischer Katodenstrahlröhren.

Beilage SCHALLPLATTE UND TONBAND

Die Magnetton-Amateurbewegung in Österreich — Hilfsvorrichtung für Plattenspieler — Aus der Kinderzeit der Tonaufnahme — Umspielen von Bändern mit nur einem Laufwerk — Neues Verfahren zur magnetischen Schallaufzeichnung — Vom Plattenrauschen — Die Bandkartei, eine Stütze des Musikprogramms — Frequenzgang bis 12 000 Hz bei 19 cm/sec — Schallplatten-Kritik.

Preis des Heftes 1 DM zuzügl. 10 Pfg. Versandkosten. Abonnementspreis für das RADIO-MAGAZIN: 3.24 DM je Vierteljahr einschließl. Post- und Zustellgebühr. Zu beziehen durch den Buch- und Fachhandel oder unmittelbar vom Franzis-Verlag, München 22.

Ein Jahr „Österreichische Radioschau"

Vor einem Jahr erschien das erste Heft der „Österreichischen Radioschau", einer technischen Monatsschrift für das gesamte Gebiet der Hochfrequenztechnik. In einem so kleinen Land wie Österreich und im Wettbewerb gegen bereits dort bestehende Zeitschriften erschien dies zunächst als Wagnis. Der Name des Herausgebers, Ing. L. Ratheiser — allen Hf-Technikern bestens bekannt durch das in mehreren großen Auflagen erschienene Buch „Rundfunkröhren, Eigenschaften und Anwendung", kurz „der Ratheiser" genannt — bürgte jedoch dafür, daß hier ein Blatt mit lebendigem und vielseitigem Inhalt entstehen würde. Diese Erwartung wurde voll erfüllt. Die „Österreichische Radioschau" ist eine Zeitschrift geworden, die vorwiegend auf die tägliche Praxis ausgerichtet ist. Sie ist gemeinverständlich geschrieben, bedient sich sorgfältig bearbeiteter technischer Grundlagen und besitzt eine übersichtliche und anregende Anordnung des Inhalts. Auch dem Praktiker wird durch Einführungsaufsätze und einfache, aber aktuelle Gerätebeschreibungen viel geboten. Ausführliche Berichte über Neuerungen aus aller Welt dienen denjenigen Lesern, die keine Zeit oder Möglichkeit haben, die oft schwer zugänglichen und teuren fremdsprachigen Fachzeitschriften wie „electronics" und „Wireless World" im Original zu studieren.

Aus all diesen Gründen gewann die Zeitschrift in einem Jahr relativ die gleiche Verbreitung in Österreich, wie die FUNKSCHAU in Deutschland, und sie findet auch außerhalb des Ursprungslandes steigende Anerkennung.

Auch im kommenden zweiten Jahr ihres Bestehens wird die „Österreichische Radioschau" ihren erfolgreichen Kurs weitersteuern und ihren Lesern eine Fülle von wertvollen Beiträgen und Anregungen bieten.

Wegen ihres ausgezeichneten Inhalts hat der Franzis-Verlag, zu deren ständigen Mitarbeitern Ing. L. Ratheiser zählt, den Alleinvertrieb der „Österreichischen Radioschau" für Westdeutschland übernommen. Unsere Leser, die Wert auf eine gute, deutschgeschriebene Auslandszeitschrift legen, können das einmal monatlich erscheinende Heft zum Preise von 1.50 DM und 6 Pfg. Zustellgebühr durch den Franzis-Verlag, München 22, beziehen.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Besitzer: G. Emil Mayer, Buchdruckereibesitzer und Verleger, München 27, Holbeinstraße 16 (½ Anteil); Dr. Ernst Mayer, Buchdruckereibesitzer und Verleger, München-Solln, Whistlerweg 15 (½ Anteil).

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 1.60 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 80 Pfennig, der Ing.-Ausgabe DM 1.—.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 22, Odeonsplatz 2 — Fernruf: 2 41 81. — Postscheckkonto München 57 58.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Berliner Redaktion: O. P. Herrnkind, Berlin-Zehlendorf, Albertinenstr. 29. Fernruf: 84 71 46.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Kortemarkstraat 18. — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher. 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Ein Studio für stereoakustische Aufnahmen

In der Optik vermittelt die beste Fotografie kein raumplastisches Bild, sondern erst eine Stereoaufnahme, bei der zwei Bilder im Augenabstand aufgenommen durch eine entsprechende Optik betrachtet werden. Ebenso ist es in der Akustik. Eine Aufnahme mit einem Mikrofon und einem Verstärkerkanal und eine Wiedergabe mit einem Lautsprecher oder einer Lautsprechergruppe vermittelt kein raumplastisches Bild. Nimmt man aber die von einem Klangkörper ausgehenden Schallwellen durch zwei in einem entsprechenden Abstand aufgestellte Mikrofone über getrennte Verstärker in zwei Tonspuren auf einen Tonträger auf und spielt bei der Wiedergabe die beiden Tonspuren auf zwei entsprechend getrennt angeordnete Lautsprecher oder Lautsprechergruppen wieder ab, so entsteht eine der Wirklichkeit nahekommende stereofone Wiedergabe.

Ein Studio zur Aufnahme und Wiedergabe solcher stereofonischer Tonbänder ließ sich Herr Fink in seinem Privathause in München von Telefunken bauen. Hierbei konnten durch das außerordentliche Verständnis des Bestellers für gute Musik und die Belange der Technik alle Erfahrungen der modernen Studiotechnik zur Anwendung kommen. Ein kleiner Musiksaal, der sich besonders für Kammermusik eignet, wird als Aufnahme- und Wiedergabestudio benutzt. Beim Bau des Saales wurde auf den besonderen Verwendungszweck Rücksicht genommen und durch geeignete Materialien für Decke und Boden und Behandlung der Wände die Raumakustik optimal gestaltet.

Die Aufgabenstellung verlangte außer der stereofonen Aufnahme und Wiedergabe von Kammermusik auch die stereofone Wiedergabe vollständiger Opern, die auf der Marionettenbühne gespielt werden können. Zu diesem Zweck wurden wie bei den Rundfunkstudios zwei Magnetophone für pausenlose Aufnahme und Wiedergabe vorgesehen, wobei das Tonband in zwei nebeneinander liegenden Tonspuren die über zwei getrennte Verstärkerkanäle gemachte Schallaufnahme festhält.

Um verstärkerseitig die optimale Güte zu erhalten, wurden ausschließlich Studioverstärker mit einem Frequenzbereich von 30 Hz bis 15 000 Hz und extrem kleinem Klirrfaktor verwendet. Die ganze Einrichtung entspricht technisch den Anforderungen, die an die Studioanlage eines Funkhauses gestellt werden, nur mit dem Unterschied, daß seine Bedienung nicht durch technisches Spezialpersonal, sondern durch einen Nichttechniker vorgenommen wird. Aus diesem Grunde wurde eine Relaissteuerung durchgebildet, die durch das Betätigen von Drucktasten gewünschte Aufnahme- und Wiedergabeschaltung automatisch aufbaut und Fehlschaltungen verhindert.

Bild 2 zeigt die vereinfachte Darstellung der Stereoaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung. Wie bei den Rundfunkstudios besteht der Aufnahmekanal aus dem Kondensatormikrofon, dem Vorverstärker, dem Regler und einem weiteren Verstärker mit nachfolgendem Magnetophon — einer abgeänderten AEG-Maschine Typ T 8. Der Wiedergabekanal hinter dem Magnetophon enthält Wiedergaberegler, Trenn- und Zusatzverstärker, eine zusätzliche Höhen- und Tiefenreglung, Leistungsverstärker und Lautsprecher. Im Gegensatz zum Rundfunkstudio ist bei der Stereoeinrichtung jeder Kanal zweimal vorhanden, deshalb die zwei Mikrofone, die rechts und links neben dem aufzunehmenden Klangkörper, z. B. dem Flügel in **Bild 4** stehen. Zusätzlich werden noch einige Regler erforderlich, die in dem Bild 2 etwas kleiner dargestellt sind. So müssen beide Mikrofone genau gleiche Empfindlichkeit haben. Zur Einstellung dieser Empfindlichkeit dienen die Regler hinter den Mikrofonverstärkern. Ebenso werden oft die Bänder, insbesondere beim Umspielen, nicht absolut gleich sein. Zum Ausgleich dieser Empfindlichkeit sind die zwei zusätzlichen Regler vor dem Magnetophon eingebaut. Die entsprechenden Lautstärkeregler sowie die Höhen- und Tiefenregler beider Kanäle sind mechanisch gekuppelt, so daß beide Kanäle immer gleichmäßig geregelt werden.

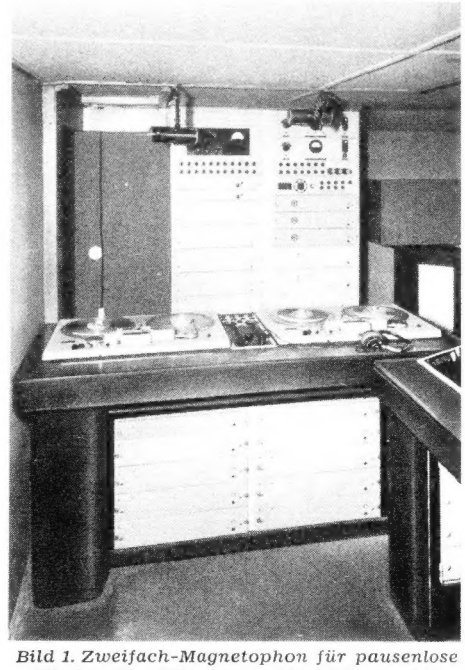


Bild 1. Zweifach-Magnetophon für pausenlose Wiedergabe, dahinter ein Verstärkergestell

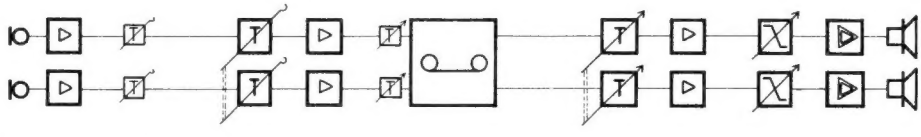


Bild 2. Blockschaltbild der Magnetophon-Anlage für Stereo-Aufnahme und -Wiedergabe. Die Aufzeichnung erfolgt in zwei nebeneinander liegenden Tonspuren

C - Mikrofon
Studio-Mikrofon oder Trennverstärker
Regler
Höhen u. Tiefen Entzerrer
Leistungsverstärker
Lautsprecher
Magnetophon

Als Lautsprecher werden rechts und links neben der Bühne je zwei Tonstrahler mit 2 × 4 Allvoxlautsprechern benutzt.

Die zusätzliche Höhen- und Tiefenreglung wurde vorgesehen, damit die Änderung der akustischen Verhältnisse in Abhängigkeit von der Besetzung des Saales ausgeglichen werden kann und eine optimale Wiedergabe auch von Aufnahmen möglich wird, die außerhalb des Hauses, z. B. in akustisch nicht einwandfreien Sälen, gemacht wurden und bei denen die Höhen oder Tiefen zu stark oder zu schwach aufgenommen wurden. **Bild 5** zeigt die mögliche Höhen- und Tiefenanhebung.

Außer der Stereoaufnahme und Wiedergabe wurde auch die einfache Wiedergabe und Aufnahme von Rundfunk und Schallplatten gewünscht. Desgleichen wurde ein Überblenden der einzelnen Schallquellen und ein Umspielen bzw. Kopieren der aufgenommenen Bänder ermöglicht. Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, daß zur Durchprüfung der Anlage auch eine Meßeinrichtung, bestehend aus einem Tongenerator und Meßgerät, vorhanden

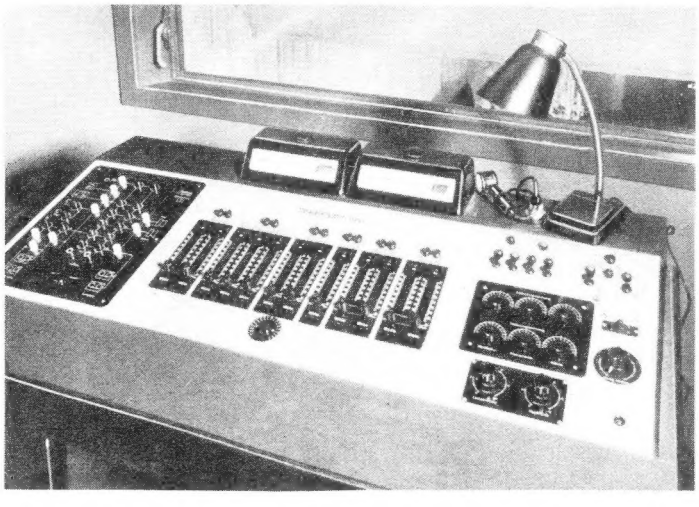


Bild 3. Regietisch mit Reglern, Druckknopfsteuerung für die einzelnen Betriebsarten und Lichtzeiger-Aussteuerungsmessern

Bild 4. Kleiner Musiksaal mit Marionettenbühne in einem Privat-Studio

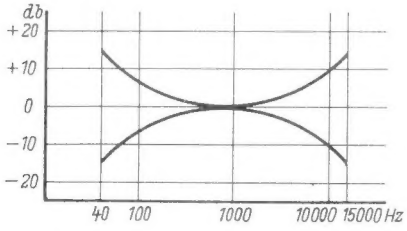


Bild 5. Regelbereich der Höhen- und Tiefenregelung

ist. Als Aussteuerungsmesser dienen zwei Lichtzeigerinstrumente, die wie üblich auf dem Regietisch montiert sind.

Die gesamte Regie- und Verstärkereinrichtung ist in einem kleinen Raum oberhalb des Saales untergebracht. In der Mitte steht der Regietisch, in dem unten die Relaisschienen für die Druckknopfsteuerung der Schaltungen angeordnet sind. Auf der Platte des Tisches **Bild 3** befinden sich in der Mitte die mechanisch gekoppelten Regler für die Stereokanäle, darüber die Lichtzeigerinstrumente zur Überwachung des Aussteuerungsgrades. Links neben den Reglern wurden die Druckknöpfe für den Schaltungsaufbau angeordnet. Eine symbolische Darstellung der einzelnen Geräte in Zusammenhang mit Leuchttasten erleichtert die Bedienung. Auf der rechten Seite fanden die Regler für die Höhen- und Tiefenreglung Platz. Über diesen Regelknöpfen ist die notwendige Signalisierung eingebaut, die zur Signalgabe in den Saal (z. B. Rotlicht für Aufnahme) und für die Bühne dient.

Sämtliche Verstärker sind in einem Gestell angeordnet. Dieses steht direkt an der linken Seitenwand des Regieraumes hinter der Magnetophontruhe **(Bild 1)**. Es ist ein Doppelgestell, bei dem der Zugänglichkeit wegen jeder Rahmen einzeln herausgeschwenkt werden kann. Auf diesem Gestell befinden sich auch die notwendigen Prüf- und Trennklinken zur Überwachung und ein Prüfgenerator mit zugehörigem Meßgerät. Rechts neben dem Regietisch steht der Doppelplattenspieler. Es werden zwei Dreitourenlaufwerke für 78, 45 und 33⅓ U/min. benutzt. Das UKW-Empfangsgerät, ein Super T 5001, soll später durch einen UKW-Ballempfänger ersetzt werden.

Auf dieser vorbildlich geplanten und durchgebildeten Anlage, die seit Ende 1951 in Betrieb ist, wurden nicht nur Eigenaufnahmen wiedergegeben, bei denen der Unterschied zwischen Original und Wiedergabe außerordentlich gering ist, sondern auch fremde Aufnahmen von Symphoniekonzerten zu Gehör gebracht, bei denen durch den Stereoeffekt die Anordnung der einzelnen Instrumente rechts und links vom Dirigenten deutlich herauszuhören war. Dr.-Ing. Seiler

Elektromagnetischer Körperschall-Abtaster für Saiteninstrumente

Die elektrische Verstärkung der Klänge von Saiteninstrumenten spielt in der modernen Ensemble-Musik eine wichtige Rolle. Es gibt kaum mehr eine Tanzkapelle, deren Gitarrist nicht einen Saitentonabnehmer benutzt, um sein Spiel über Verstärker und Lautsprecher wiederzugeben. Die bekannten „Gitarrenabtaster" bestehen aus einem langgestreckten Magnetsystem, das die Schwingungen der Saite in Wechselspannungen umsetzt. Die Stahlsaiten des Instrumentes wirken also ähnlich wie der Anker eines magnetischen Schallplatten-Tonabnehmers. Leider läßt sich diese Art der Tonabnehmer bei Instrumenten mit Saiten aus nicht magnetischem Material (Darm) wie manchen Gitarren, Violinen, Celli, Streichbässen, teilweise Zithern, nicht anwenden und man ist statt dessen auf sogenannte Körperschallabtaster angewiesen, die die Schwingungen des Intrumentenkörpers (Decke, Zargen oder Boden) mechanisch auf das Abtastsystem übertragen. Für die Abtastung eignen sich grundsätzlich verschiedene Arten von Systemen, und zwar sowohl elektro-magnetische als auch elektrodynamische oder piezoelektrische. Für die Selbstherstellung ist jedoch das nachfolgend beschriebene[1]) elektro-magnetische System wegen seines einfachen Aufbaues am besten zu empfehlen.

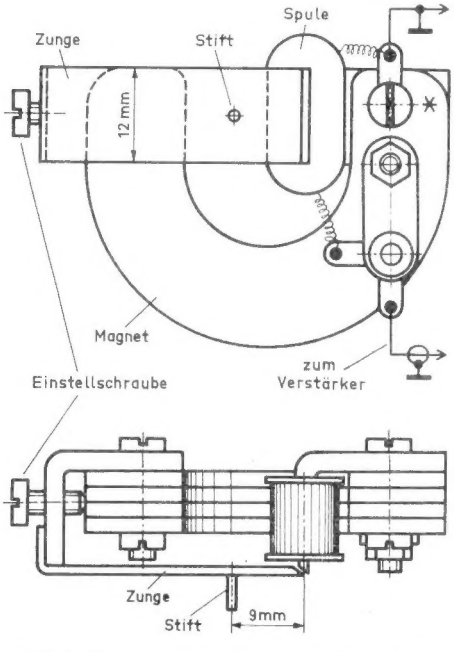


Bild 1. Konstruktionszeichnung des Körperschall-Abtasters für Saiteninstrumente

Konstruktion eines elektromagnetischen Abtastsystems

Das Abtastsystem ist in Aufsicht und Vorderansicht in **Bild 1** dargestellt. Es handelt sich um ein magnetisches Zungensystem, das mit einer Kopfhörerspule aufgebaut wird. Die Zunge muß eine möglichst hohe Eigenresonanz besitzen und besteht aus 1 mm starkem Eisenblech, das in der gezeichneten Form gebogen und mit einem 2 mm starken Eisenwinkel am Magneten befestigt wird. Auch die Spule sitzt auf einem Winkel aus 2-mm-Eisen, der ebenfalls am Magnetkörper angeschraubt wird. Winkel und Zunge erhalten abgeschrägte Kanten, zwischen denen sich ein Luftspalt ergibt. Beim Vibrieren der Zunge wird die Breite des Luftspaltes verändert, und dadurch entstehen in der Spule entsprechende Induktionsspannungen, die an den Eingang des Nf-Verstärkers geführt werden. Der magnetische Kreis wird durch den halbkreisförmigen Magneten geschlossen, der aus vier übereinanderliegenden Magnetblechen (alter Lautsprecher- oder Telefonhörermagnet) besteht.

Die Zunge muß außerdem fein justierbar sein. Zu diesem Zweck ist am Trägerwinkel eine Einstellschraube vorgesehen, mit der die Breite des Luftspaltes eingestellt werden kann. Die Spaltbreite bestimmt die Empfindlichkeit der Abtastvorrichtung. Ihre untere Grenze liegt bei einigen Millivolt. Allerdings darf man die Spaltbreite nicht zu klein machen, weil dann bei starken Musikstellen leicht ein Kleben des Ankers auftritt.

[1]) Ing. J. Sliskovic, ÖRS, 1952, Heft 2.

Selbstverständlich soll nicht die ganze Zunge am Resonanzkörper anliegen. Der mechanische Kontakt wird vielmehr durch einen kurzen Stift hergestellt, der senkrechte aus der Fläche der Zunge herausragt und mit einem Pimpel aus Hartgummi, Holz oder Leder die Kontaktgabe mit dem schwingenden Resonanzkörper bewirkt. Dieser Stift muß zur Erzielung optimaler Wirkung eine genau bestimmte Entfernung vom Zungenende besitzen.

Das Abtastsystem wird in ein Kästchen so eingebaut, daß unten nur der Stift genügend weit herausragt. Dieses mit vier Gummifüßchen versehene Gehäuse wird auf den Resonanzboden des Instrumentes gelegt oder mit einem Gummiband außen am Instrument befestigt.

Anschluß an den Verstärker

Beim Musizieren im Heim wird man den Abtaster unter Umständen an die Tonabnehmerbuchsen eines Radioempfängers anschließen können, wobei allerdings eine volle Aussteuerung der Endröhre kaum zu erwarten ist. Für die Wiedergabe in größeren Räumen ist dagegen zur vollen Aussteuerung der Endröhre eine dreistufige Nf-Verstärkung (Endröhre und zwei Vorstufen) erforderlich.

Diese Bedingung bringt manche Schwierigkeiten mit sich. Es ist z. B. wesentlich, daß aus Gründen der Brummfreiheit die Metallmassen eines elektromagnetischen Abtasters mit der Abschirmhülle der Zuleitungsschnur und mit dem Nullpunkt des Verstärkers in direkter Verbindung stehen.

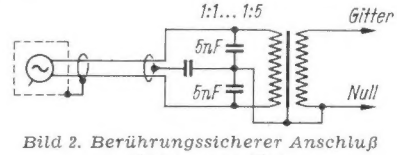


Bild 2. Berührungssicherer Anschluß an Allstromverstärker

Diese Forderungen machen eine Allstromausführung etwas schwierig (Berührungsgefahr). Die in **Bild 2** gezeigte Anschlußart hat sich gut bewährt. Als Nf-Übertrager eignet sich jede handelsübliche (auch ältere) Ausführung. Beim Einbau ist darauf zu achten, daß keine Brummeinstreuungen durch eine im Gerät befindliche Netzdrossel eintreten können (Brumm-Minimum durch Verdrehen des Übertragers ermitteln!).

75 Jahre Schallaufzeichnungstechnik

Am 30. Juli 1877 meldete Edison das Patent auf den „Phonographen" an. Nach über zwei Jahrzehnten Entwicklungsarbeit — insbesondere durch den Übergang von der Schallwalze zur Schallplatte durch den Deutsch-Amerikaner Emil Berliner — trat die Schallplatte um die Jahrhundertwende ihren Siegeszug um die Welt an. Was die Zeitgenossen über die „Natürlichkeit" sagten, zeigt die Anzeige aus einer damaligen Berliner Tageszeitung.

Die Rundfunktechnik ermöglichte mit der elektrischen Schallaufzeichnung etwa 1925 einen beträchtlichen Aufschwung, und bis in die unmittelbare Gegenwart reicht die Kette der ständigen Verbesserungen. Wer heute auf einer modernen Wiedergabeeinrichtung die neuesten Schallplatten hört, dem kommt kaum zum Bewußtsein, wie lang der Weg ist, der zu diesem Genuß von Musik eigener Wahl im eigenen Heim führte.

Die Tieftonwiedergabe in der Praxis

In den vorangegangenen Aufsätzen dieser Reihe (FUNKSCHAU 1952, Heft 17, S. 343, und Heft 18, S. 365) wurden Schallwände, Lautsprechergehäuse und sonstige Schallführungen zur guten Tieftonwiedergabe besprochen. In der ELEKTRONIK Nr. 4 (erschienen in FUNKSCHAU 1952, Heft 16) gab der gleiche Verfasser einen Überblick über die physikalischen Grundlagen dieses Problems. Die vorliegende Arbeit beschließt diese Aufsätze mit der Behandlung der Tieftonwiedergabe durch Schallzeilen.

Die Schallzeilen

Es erscheint notwendig, die in den letzten Jahren in den Vordergrund getretene Schallzeilentechnik, also die Anordnung mehrerer Lautsprechersysteme in Reihen oder Verbindungen von Reihen, getrennt zu behandeln, da hier die früher festgelegte Grundbedingung für die Systemaufbauten als kleinen Einheiten gegenüber den Wellenlängen tiefer Töne nicht mehr eingehalten ist. Man hat damit für die Tieftonwiedergabe mit ähnlichen Verhältnissen zu rechnen, wie sie bei Einzelsystemen bei höheren Tönen beobachtet werden und berücksichtigt werden müssen.

Um die hervorstechende Eigenschaft der Schallzeilen, nämlich den Bündelungseffekt auch bei tiefen Tönen oder, anders ausgedrückt, das Zustandekommen ausgeprägter Richtcharakteristiken durch den Gangunterschied (die Phasenverschiebung) der einzelnen Strahlerwellenzüge zum Beobachtungspunkt grundsätzlich zu erklären, empfiehlt es sich, einen möglichst einfachen Fall, nämlich die Anwesenheit von zwei Schallquellen anzunehmen bzw. zunächst nur zwei Quellen einer größeren Reihe zu betrachten. **Bild 15** zeigt einen Ausschnitt aus einer Zeile, von der nur ein Schallstrahler S 1 in der Mitte des Gebildes, und ein benachbarter, S 2, im Abstand d von S 1 herausgegriffen ist. Für den einfachsten Fall sei angenommen, daß beide Systeme von einer gemeinsamen Leistungsquelle aus ohne gegenseitige Phasenverschiebung oder Zeitverzögerung angetrieben werden und gleiche Leistung abgeben. Betrachtet man zunächst **(Bild 15a)** den Fall, daß der Beobachtungspunkt auf der Mittelsenkrechten zur Zeilenebene liegt, die sich als Hauptstrahlrichtung herausstellt, so ist einzusehen, daß bei einer Entfernung r, die sehr groß gegen den gegenseitigen Quellenabstand d ist, die Laufzeiten von beiden Quellen her gleichgroß sind und die Energieanteile mit gleicher Phase am Aufpunkt eintreffen. Weichen wir dagegen, senkrecht orientierte Aufstellung der Zeile vorausgesetzt, von der Horizontalebene ab, erheben wir uns also über oder unter die Mittelsenkrechte **(Bild 15b)**, so tritt infolge der verschiedenen Weglängen ein Gangunterschied b auf, der sich als Funktion des Quellenabstandes d und der Abweichung des Winkels α vom Wert 90° zu

$$b = d \cdot \cos \alpha \qquad (20)$$

ergibt. Als unmittelbare Folge der Wegdifferenz b ergibt sich eine Phasendifferenz φ der Größe

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot b, \qquad (21)$$

wenn λ die Luftwellenlänge darstellt. Man kann nun, alles in großem Abstand r ($\gg$ d) betrachtet, den sich aus den Werten für verschiedene Abstrahlwinkel α entstehenden Intensitätsverlauf relativ zu seinem absoluten Höchstwert der Größe 1 bei $\alpha = 90°$ bestimmen und findet damit die Richtcharakteristik S[18]) der betrachteten einfachen Zweiergruppe zu

$$S = \left| \cos \frac{\varphi}{2} \right|. \qquad (22)$$

Setzen wir den Wert von b aus (20) in (21) und dann den Wert für φ daraus in (22) ein, so erhalten wir

$$S(\alpha) = \left| \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} d \cdot \cos \alpha \right) \right|. \qquad (23)$$

Für den besonders einfach gelagerten Fall, daß der Quellenabstand d gerade eine halbe Wellenlänge beträgt, also $2\,d = \lambda$, erhält man

$$S_{(2d=\lambda)} = \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} \cdot \cos \alpha \right) \right| \qquad (24)$$

und damit eine als Beispiel leicht auswertbare Form der Richtcharakteristik, die in **Bild 16** in der Seitenansicht (=Vertikalebene) dargestellt ist. Mit steigender Anzahl der in die Betrachtung einbezogenen Quellen wird die schon eiförmig abgeplattete Figur immer flacher im Vertikalschnitt, während die horizontale Charakteristik **(Bild 16** oben) wegen der schmalen Trennwand, auf der die Strahlergruppe aufgebaut gedacht ist, ihre Achterform unverändert beibehält.

Lassen wir nun den Abstand r des Beobachtungspunktes näher an die Schallzeile heranrücken, so erkennt man aus der Darstellung Bild 15 leicht, daß jetzt auch in der Hauptstrahlrichtung $r_\perp$ eine zusätzliche Wegdifferenz Δr auftritt, die allerdings bei Abweichung von der Normalrichtung ($\alpha \neq 90°$), als Wert $[\Delta r_\alpha - b]$ schnell im Verhältnis zu b abnimmt. Diese bei Annäherung wachsende Wegdifferenz bewirkt genau wie vorher die Weglänge b eine Phasendifferenz, deren Größe z. B. für den Fall einer Entfernung $r_\perp = d$ den Wert

$$\varphi_d = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d \left(\sqrt{2} - 1 \right) \qquad (25)$$

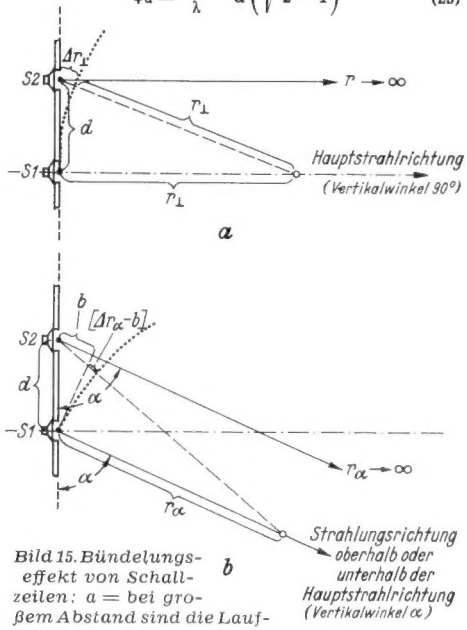


Bild 15. Bündelungseffekt von Schallzeilen: a = bei großem Abstand sind die Laufzeiten in einem Beobachtungspunkt auf der Mittelsenkrechten gleich groß: b = außerhalb der Mittelsenkrechten tritt ein vom Winkel α abhängiger Laufzeitunterschied auf

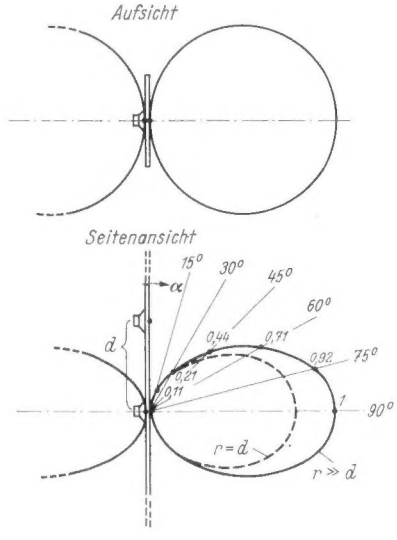


Bild 16. Richtcharakteristik von Schallzeilen

annimmt und wiederum beispielsweise bei $2\,d = \lambda$ ein Einschrumpfen der Richtstrahlcharakteristik $S_\perp = 1$ bei $r \to \infty$ auf den Wert

$$S_{\perp(r=d)} = \left| \cos \frac{\varphi_d}{2} \right| = \left| \cos \left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(\sqrt{2} - 1 \right) \right] \right| = \cos 37{,}3° \approx 0{,}8 \qquad (26)$$

zur Folge hat. Man sieht also, wie auch in Bild 16 unten gestrichelt eingetragen, daß bei Annäherung an eine Schallzeile sich deren Richtcharakteristik in dem Sinne ändert, daß sie weniger stark gebündelt erscheint, daß also die Energie in Hauptstrahlrichtung relativ geschwächt ist. Auf diese abstandsbedingte Veränderung der Charakteristik ist es zurückzuführen, daß der erzeugte Schalldruck nicht wie sonst üblich mit dem $1/r$-Gesetz abnimmt, sondern schwächer: die nahestehenden Zuhörer erhalten nicht den gemäß ihrem geringen Abstand zu erwartenden hohen Schalldruck, die fernestehenden erhalten dafür relativ mehr. Diese äußerst bemerkenswerte Eigenschaft der Schallzeilen wirkt sich hauptsächlich bei Übertragungen im Freien günstig aus, während in den üblichen kleineren Wiedergaberäumen hiervon kein merklicher Nutzen entsteht.

Der rückwärtige Teil der Richtcharakteristik fällt meist durch die Einbauverhältnisse (gesteigerte Absorption im Gehäuse, absichtlich angebrachte Dämpfungsglieder zwecks Erzielung einer angenäherten Nierencharakteristik) kleiner aus als der vorderseitige, wie dies auch in **Bild 17** gezeigt ist, die eine Schallzeile[19]) aus sechs Systemen darstellt. Bei der praktischen Dimensionierung von Schallzeilen ist zu bedenken, daß die Wahl der Abstände d von Schwingsystem zu Schwingsystem auf die Richtcharakteristik bei Änderung der Abstrahlfrequenzen dann besonders entscheidend einwirkt, wenn d in die Größenordnung der Schallwellenlänge λ gerät. Die Berechnung der genauen Charakteristiken ist recht umständlich, wenn die Formvariation durch Frequenzänderungen genau erfaßt werden soll; besonders für höhere Frequenzen ergeben sich vielzipfelige Kurven, die neben einem Hauptmaximum in der Hauptstrahlrichtung noch mehrere Nebenmaxima enthalten. Um nun die fast unkontrollierbare praktische Einwirkung dieser Nebenmaxima kleinzuhalten, ist eine nach den Außenenden der Schallzeile zu abnehmende Energiebelastung je laufender Längeneinheit anwendbar. Für die diskret besetzten Schallzeilen bedeutet dies, um komplizierte elektrische Verteilerschaltungen zu vermeiden, im einfachsten Falle eine Vergrößerung der Abstände d zwischen den Einzelsystemen nach den Enden zu. Gleichzeitig überlagern sich durch diese Maßnahme verschiedenartige Richtcharakteristiken, die für die gleiche Frequenz, aber die verschiedenen Abstände d gelten, so daß damit auch die Änderung der Gesamtcharakteristik bei Frequenzänderung kleiner wird.

Man hat die Möglichkeit, die Wirkung der Fernbündelung einer einigermaßen dicht besetzten Schallzeile der Gesamtlänge l aus dem Verstärkungsfaktor k abzuschätzen[20]), der aber nur in der Nähe von $l \approx \lambda$ gilt und sich zu

$$k = 2{,}4 \cdot \sqrt{l\,[\mathrm{m}] \cdot f\,[\mathrm{kHz}]} \approx 1{,}4 \cdot \sqrt{\frac{l}{\lambda}} \qquad (27)$$

errechnet.

Bei höheren Frequenzen nämlich tritt aus verschiedenen Gründen[21]), z. B. wegen der Tiefenausdehnung der üblicherweise verwendeten Konuslautsprecher, keine so scharfe Bündelung und daher auch keine so große Verstärkung in der Normalebene zur Schallzeile auf, als man erwarten sollte. Dafür kommt bei tiefen Frequenzen ein andersgearteter Effekt verstärkungsfördernd hinzu, der schon von Rayleigh berechnet wurde und auf einer effektiven Wirkungsgradsteigerung beruht, wenn mehrere Schallquellen benachbart gleichphasig angetrieben werden. Bei tiefen Frequenzen nämlich, wenn der Quellenabstand noch klein gegen die Wellenlänge ist, steigt ja gemäß der früher angegebenen Formel (3)[22]) der Strahlungswider-

[18]) H. Hecht und F. A. Fischer, Handb. d. Exper. Physik, Bd. 17/2, S. 169.

[19]) D. P. A. 21a², 16/01, S 5275 (16. 8. 51).

[20]) H. Benecke und S. Sawade, a. a. O.

[21]) S. Sawade, ETZ 72, H. 24, 1951, S. 720.

[22]) ELEKTRONIK Nr. 4 S. 28, Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU 1952, Heft 16.

stand mit dem Quadrat der Strahlfläche bzw. der vierten Potenz des Membrandurchmessers. Benachbarte Systeme können sozusagen als ein einziger Strahler mit vergrößerter Strahlfläche aufgefaßt werden. Man kann sich den Vorgang hierbei auch so vorstellen, daß auf einer Drucksymmetriefläche zwischen zwei gleichphasigen Strahlern eine Wand eingezogen wird, die den Druckverlauf nicht stört, da ja senkrecht zu ihr wegen der Drucksymmetrie kein Strömungsausgleich stattfindet. Solche Zwischenwände stellen wie bei einem Trichter mit starren Wänden eine Raumaufteilung dar, die den zu versorgenden Raumwinkel verkleinern; genau wie dort wird einmal die Richtwirkung und weiterhin die Quellenbelastung

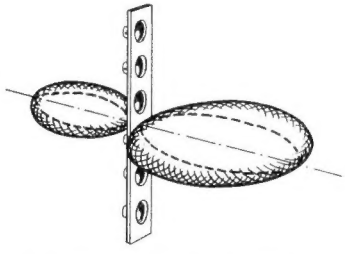


Bild 17. Raumlage der Richtcharakteristik

erhöht. Solange die Außenlast der Quelle (Strahlungswiderstand) noch relativ klein zu den Verlustbürden (ohmsche und Hauteffekt-Verluste der Schwingspulenwicklung) ist, ergibt eine Lasterhöhung eine entsprechende Wirkungsgradsteigerung.

Diese Wirkungsgraderhöhung ist ein in allen Anwendungen gewichtiger Vorteil der Schallzeilenanordnungen, da sie, bei vorgegebener Lautstärke, die Systemamplituden und damit die nichtlinearen Verzerrungen klein hält. Dagegen wird die Bündelungswirkung nur bei Freiübertragungen als stets willkommen angesehen; in geschlossenen Wiedergaberäumen, sofern sie nicht große Abmessungen mit starken Hallerscheinungen aufweisen, ist eine zu weit getriebene Richtwirkung unerwünscht. Vorzugsweise die hochwertige Musikwiedergabe in kleinen, mit schallschluckenden Gegenständen angefüllten Räumen, wie sie bei der Heimwiedergabe vorliegt, erfordert eine ziemlich diffuse Schallverteilung für möglichst sämtliche Frequenzen, um den typischen „Lautsprecherklang" (d. h. Tiefen rundstrahlend, Höhen stark gerichtet) zu vermeiden. Wenn man daher in letzter Zeit mehr und mehr dazu übergeht, Kugelstrahler für die hohen Frequenzen zu verwenden, dürfte es widersinnig sein, auf der anderen Seite für die tiefen Frequenzen zu typischen Richtstrahlern überzugehen, zumal unsere Musikinstrumente ebenso wie die menschliche Stimme für tiefe Frequenzen reine Kugelstrahler darstellen. Daraus läßt sich als Regel ableiten, daß, je kleiner und stärker schallgedämpft ein Wiedergaberaum ist, um so ähnlicher einem Kugelstrahler der Wiedergabelautsprecher sein soll und zwar für alle Frequenzen etwa gleichmäßig. Die Schallzeilen haben damit für die übliche Heimwiedergabe nur untergeordnete Bedeutung; man beschränkt sich hier meist auf verhältnismäßig kurze Ausführungsformen mit etwa 3 bis 4 Einzelsystemen[23]).

Für die Anwendung in großen Räumen sind Erfahrungsformeln ermittelt worden, die z. B. die Versorgungslänge L_v (Reichweite) einer 3 m hohen Gruppe als Funktion des Raumvolumens V_R zu

$$L_v\,[m] \approx 2{,}2 \cdot \sqrt[3]{V_R\,[m^3]}\,, \qquad (28)$$

die entsprechende Breitenwirkung B_v mit

$$B_v \approx 1{,}5 \cdot \sqrt[3]{V_R} \qquad (29)$$

angeben. Bei Anwendung mehrerer Schallzeilen im selben Raum, aber in verschiedenen Richtungen strahlend, wird wegen der Verstärkung des diffusen Schallanteils und der damit verminderten Verständlichkeit eine Reichweitenverminderung der Einzelgruppe um den Faktor $1/\sqrt{m}$ eintreten, wenn m die Anzahl der gleichzeitig arbeitenden Gruppen darstellt. Die Breitenwirkung gemäß der Regel (29) ist allerdings in hohem Maße von den Richtwirkungseigenschaften der in den Schallzeilen verwendeten Einzelsysteme abhängig und läßt sich dadurch steigern, daß z. B. in der Seitenrichtung gegeneinander versetzte Systeme oder solche mit besserer Seitenstreuung der Höhen verwendet werden, wie sie die Ovalmembransysteme darstellen; erklärlich ist deren Wirkung so, daß bei höchsten Frequenzen nur das innerste Membranstück aktiv schwingt, der äußere Teil der Membran aber in Ruhe bleibt und bei der verwendeten Nawiform mit ihrem flachen Öffnungswinkel wie eine Schallwand wirkt. Andererseits kann man auch die Einzelsysteme in die Horizontalebene projiziert mittels schrägabgeschnittener Zwischenringe gegeneinander verwinkelt einsetzen, was ihre Strahlungseigenschaften bezüglich der Tiefen nicht beeinflußt.

Für die allertiefsten Übertragungsfrequenzen stellen auch lange Schallzeilen noch Gebilde dar, deren Gesamtlänge l eine halbe Wellenlänge nicht überschreitet; sie können dann als annähernd kontinuierlich besetzt angesehen werden, wodurch sich für ihre Richtcharakteristik S_k ein Verlauf[24])

$$S_k = \left| \frac{\sin\left(\frac{\pi l}{\lambda} \cdot \cos\alpha\right)}{\frac{\pi l}{\lambda} \cdot \cos\alpha} \right| \qquad (30)$$

ergibt. Ist beispielsweise in einem Wiedergaberaum größerer Ausdehnung eine stark reflektierende Decke rechtwinklig zu der Schallwandebene einer Schallzeile oder eines Strahlsystems vorhanden, so entsteht durch „Spiegelung" an der schallharten Grenzfläche ein Strahlungsfeld, das dem einer Zweiergruppe aus zwei Strahlern des tatsächlich nur einmal vorhandenen Typs entspricht. Durch solche Umstände kann, da sich durch die Spiegelung oft große Abstände ergeben, statt einer nahezu kontinuierlich besetzten Zeile eine gerade Gruppe mit Einzelbesetzung im Abstand d ($d \ll \lambda$) entstehen, deren Richtkennlinie dem Gesetz

$$S_d = \left| \frac{\sin\left(n \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot d \cdot \cos\alpha\right)}{n \cdot \sin\left(\frac{\pi}{\lambda} \cdot d \cdot \cos\alpha\right)} \right| \qquad (31)$$

gehorcht (n = Anzahl der Einzellautsprechersysteme).

Der Fall der Spiegelung ist wiederum ein Beispiel dafür, wie der Wiedergaberaum selbst eine Einbeziehung in die Schallführung erfährt, was stets dann zweckmäßig erscheint, wenn trotz kleiner Raumabmessungen auf gute Wiedergabe der ganz tiefen Frequenzen Wert gelegt wird. Es mehren sich daher die Arbeiten über praktisch durchführbare Bauprojektierungen im Hinblick auf elektroakustische Zwecke[25]). Ein offenbar praktisch besonders gelungener Einbau einer Schallzeile in einen Musikraum eines Heimes[26]) geht allerdings davon aus, daß die Forderung nach einer Raum-Längsausdehnung von $\lambda/2$ der tiefsten wiederzugebenden Tonfrequenz erfüllt sein muß; der Raum wird ebensogut als Bauteil des Lautsprechers angesehen wie etwa die Konusmembrane. Zur Vermeidung von aufeinanderfallenden Raumresonanzserien und zur gleichmäßigen Verteilung der Resonanzfrequenzen sollen sich die Ausdehnungsverhältnisse des Raumes etwa wie $1 : \frac{7}{3} : \frac{8}{3}$ verhalten. Die Schwingsysteme sollen in einer Raumecke oder Kante eingebaut sein; die anschließenden Wände und die Decke können glatt und gut reflektierend, die jeweils gegenüberliegenden Wände bzw. der Fußboden müssen gut gedämpft sein.

So entsteht ein „lebendiges" (in der Nähe der Schallquellen) und ein „totes" Raumende (in Zuhörernähe). Die Raumfenster mit starker Aufgliederung sollen nach einer lärmabgewandten Seite, etwa nach einem Garten, weisen, um den von außen eindringenden Lärmpegel möglichst gering zu halten. Die Zuhörerplätze sind in schallschluckender Ausführung nahe dem toten Raumende eingerichtet. Eine etwa diesen Grundsätzen entsprechende Anordnung ist in **Bild 18** gezeigt. Die durch die glatte reflektierende Decke entstehende akustische Spiegelung der eingebauten Schallzeile ist bei den hier vorliegenden beträchtlichen Raumdimensionen noch nicht störend.

Daß auch Kombination von Lautsprecherzeilen in einer ausgedehnten Fläche mit zusätzlichem Richteffekt in der Horizontalebene für manche Zwecke gute Ergebnisse liefern, ist mehrfach erprobt worden[27]). Für besonders ungünstige akustische Verhältnisse, z. B. in großen Ausstellungshallen, sind weitere Kombinationen von Einzelschallzeilen zu Tonkörben mit einstellbaren Neigungs-

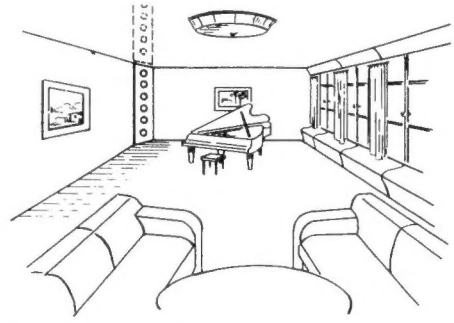


Bild 18. Besonders günstige Anordnung einer Schallzeile in einem Innenraum. Die beim Schwingsystem benachbarten Wände sollen glatt und gut reflektierend, die gegenüberliegende Raumseite soll gedämpft sein (Polstermöbel)

winkeln der Zeilenachsen zueinander entwickelt worden[28]); hiermit lassen sich an vorgegebenen Raumpunkten Energieminima einstellen, was bei Direktübertragungen mittels Mikrofon von entscheidender Bedeutung sein kann.

So zeigt die Schallzeilentechnik große Anpassungsfähigkeit an die individuellen Raumverhältnisse; das Schwergewicht ihrer Bedeutung liegt aber auf dem Gebiet der Freiland- und Großraumübertragungstechnik.

Der Rückblick auf die Vielfalt der möglichen und erprobten Sonderformen für gute Tieftonübertragung zeigt, daß in allen praktisch vorkommenden Fällen sich mehrfache Möglichkeiten zur Lösung der Probleme anbieten, daß aber große Erfahrung und technisches Feingefühl nötig sind, um jeweils die wirtschaftlich und gleichzeitig akustisch günstigste Lösung in die Tat umzusetzen.

Dr.-Ing. W. Bürck

[23]) RADIO-MAGAZIN, Heft 2, 1952, S. 47.

[24]) H. Stenzel, ENT 4, 1927, S. 239.

[25]) Audio-Eng., Jan. 1952, S. 18; Audio-Eng., Febr. 1952, S. 18.

[26]) V. Yeich, Audio-Eng., Nov. 1951, S. 28.

[27]) FUNKSCHAU 1947, Heft 10, S. 100.

[28]) FUNKSCHAU 1950, Heft 4, S. 68.

Der Eckenlautsprecher

Dr. S. Sawade berichtete im September-Heft des RADIO - MAGAZIN (Heft 9, 1952, S. 304) über eine in den Telefunken-Laboratorien erprobte Lautsprecheranordnung zur hochwertigen Musikwiedergabe.

Auf ein Brett von 160 cm Höhe und 50 cm Breite wird am oberen Ende ein gutes Lautsprechersystem (Ela L 8/1262) aufgebaut. Diese Schallwand wird so in der Raumecke angebracht, daß die Unterkante 10 cm vom Fußboden entfernt ist. Der hinter der Anordnung entstehende Raum wird oben durch ein dreieckiges Brett abgeschlossen und, mit Ausnahme der erwähnten unteren Öffnung, schalldicht mit den Zimmerwänden verbunden. Die Anordnung stellt eine Verbindung von Schallwand, Gehäuselautsprecher und Baß - Resonator dar. Die Resonanzspitze des Lautsprechers bei tiefen Tönen wird in ein breitliegendes Band aufgelöst, so daß die Übertragung praktisch resonanzfrei ist. Außerdem wird die Schallabstrahlung bei hohen Frequenzen verbessert.

Die Wiedergabequalität dieses Eckenlautsprechers wird, besonders beim UKW - Empfang, sehr günstig beurteilt. Beim Mittelwellenempfang mit seinen fehlenden Höhen muß sogar die hervorragende Tiefenwiedergabe dieser Anordnung mittels des Klangreglers etwas abgeschwächt werden, um das akustische Gleichgewicht zu wahren. Li

Ein Bildmuster-Generator für den Fernseh-Kundendienst

Philips Typ GM 2887 C

Zur Verwendung bei der Entwicklung und Fertigung von Fernsehempfängern brachte Philips im Jahre 1951 den großen Bildmuster-Generator Typ GM 2657 heraus, dessen sich seitdem praktisch die gesamte deutsche Empfänger-Industrie bedient. Dieses Gerät wird angesichts seiner umfassenden Prüfungsmöglichkeiten in absehbarer Zeit gewiß auch in großen Fernsehempfänger-Kundendienststellen eingesetzt werden.

Für die Vielzahl der in den nächsten Jahren in Deutschland entstehenden Reparaturstellen jedoch steht jetzt der kleine handliche Bildmuster-Generator Philips Typ GM 2887 C zur Verfügung, den **Bild 1** zeigt. Da das Gerät nur 7 kg wiegt, kann man es auch bequem in die Wohnung des Kunden mitnehmen, um dort an Ort und Stelle — ohne umständlichen Transport des Fernsehempfangsgerätes zur Werkstatt — etwaige kleinere Reparaturen des Empfängers durchzuführen.

Der Bildmuster-Generator GM 2887 C erzeugt mit seinen 14 Röhren wahlweise vier verschiedene Bildmuster: eine weiße Fläche, waagerechte Balken, senkrechte Balken und Rechtecke. Mit diesen verschiedenen Bildmustern können die Gleichmäßigkeit des Bildschirmes, die Linearität der Kippgeräte für die Ablenkung in waagerechter und senkrechter Richtung, die Güte der Wiedergabe der niedrigen und hohen Frequenzen, die Lage und die Größe des Bildes, die Fokussierung des Elektronenstrahles sowie die Empfindlichkeit des Fernsehempfängers geprüft werden. Eine fünfte Schaltstellung ermöglicht auch die Überprüfung des Tonkanales.

Man ist mit einem solchen Bildmuster-Generator also völlig unabhängig von den Ausstrahlungen eines Fernsehsenders, der sein Programm im allgemeinen nur in den Abendstunden gibt und Testbilder nur kurzzeitig am Tage aussendet. Da der Ausgang des Bildmuster-Generators direkt mit dem zu prüfenden Fernsehempfänger verbunden wird, schaltet man etwaige Fehler aus, die von der Antennenanlage herrühren und irrtümlicherweise dem Empfänger zur Last gelegt wurden.

Der Aufbau des Bildmuster-Generators

Der Service-Bildmuster-Generator GM 2887 C besteht aus folgenden Hauptstufen: dem Hf-Generator, dem Bildmuster-Generator und dem Speiseteil.

Der Hf-Generator schwingt in einer Colpitts-Schaltung, bei der die Rückkopplung über die inneren Röhrenkapazitäten erfolgt; die Hf-Trägerfrequenz kann zwischen 170 und 220 MHz kontinuierlich verändert werden. Da zur Überprüfung des Tonkanales die gleiche Hf-Trägerwelle wie für das Bild verwendet wird, muß bei dieser Prüfung als Trägerfrequenz die Welle des dann frequenzmodulierten Tonträgers eingestellt werden.

Die Rastersynchronisations- und Austastimpulse des Gleichlauf-Generators werden durch netzfrequenzgesteuerte Multivibratoren erzeugt. Zur genauen Synchronisierung werden Impulse benutzt, die von einer mit Netzfrequenz gespeisten Glimmlampe erzeugt und mittels eines RC-Gliedes differenziert werden. Im Gegensatz dazu wird die Zeilenfrequenz von 15 625 Hz in einem freilaufenden LC-Oszillator erzeugt, der die Multivibratoren für die Zeilensynchronisations- und Austast-Impulse steuert. Die Raster- und die Zeilenfrequenzen sind also bei dem Service-Bildmuster-Generator GM 2887 C nicht starr miteinander gekoppelt, was jedoch für die meisten in der Praxis vorkommenden Prüfungen belanglos ist.

Die Modulationsspannungen des Bildmuster-Generators zur Erzeugung der senkrechten und waagerechten Balkenmuster werden ebenfalls durch Multivibratoren erzeugt. Die Frequenzen dieser Multivibratoren können so geregelt werden, daß jeweils sechs bis zehn Balken auf dem Bildschirm erscheinen.

Die Speisung des Gerätes GM 2887 C erfolgt aus dem 220 Volt/50 Hz-Wechselspannungsnetz; die Leistungsaufnahme beträgt etwa 45 Watt. Ein eingebauter Spannungswähler erlaubt auch die Verwendung von Speisespannungen mit 110, 125, 145, 200 oder 245 Volt.

Die Schaltung

Die vereinfachte Prinzipschaltung zeigt **Bild 2**. Die Röhren B 1 bis B 12 der einzelnen Abteilungen a, b, c, d, e und f, die mit unterbrochenen Strichen umrahmt sind, dienen mit den ihnen zugeordneten Widerständen, Kondensatoren und Spulen folgenden Zwecken:

a) Rastersynchronisierung (B 4) und -austastung (B 2) mit Hilfe von Impulsen der Glimmlampe (B 1);

b) Zeilensynchronisierung (B 6) und -austastung (B 7);

c) Bildmuster-Generator für waagerechte Balken (B 3);

d) Bildmuster-Generator für senkrechte Balken (B 8);

e) Misch- (B 5, B 9) und Addierstufe (B 10);

f) Hf-Generator (B 11, B 12).

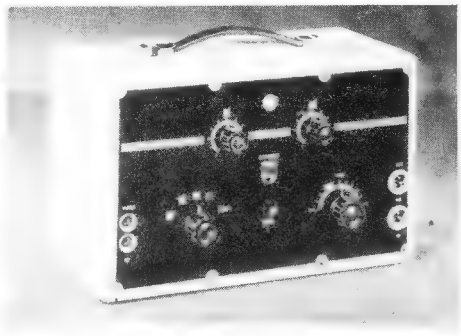


Bild 1. Philips-Bildmuster-Generator Typ GM 2887 C, unten Anschlußschema

Die Röhren B 13 und B 14 befinden sich im nicht mitgezeichneten Speiseteil.

Die waagerechten und senkrechten Balkenspannungen der Bildmuster-Multivibratoren (B 3 und B 8) werden den Steuergittern einer Verbundröhre (Triode-Pentode B 9), die einen gemeinsamen Anodenwiderstand besitzt, zugeführt. Das Balkenspannungsgemisch an diesem Widerstand gelangt nun an das Steuergitter des Pentodenteiles einer weiteren Verbundröhre (B 10). Dieses Gitter erhält eine so große Steuerspannung, daß die Röhre entweder vollkommen geöffnet oder gesperrt ist, wodurch scharf begrenzte Spannungsimpulse an Anode und Katode dieser Röhre entstehen.

Das Synchronisationsgemisch hingegen gelangt von dem gemeinsamen Anodenwiderstand der Verbundröhre B 5 an das Steuergitter des Triodenteiles der Röhre B 10, so daß also an dem gemeinsamen Anoden- und Katodenwiderstand dieser Röhre das vollständige Video-Signal mit entgegengesetzter Polarität steht.

Die Spannung am Katodenwiderstand wird dem Video-Ausgang des Gerätes GM 2887 C direkt zugeführt. Will man dem Gerät diese Spannung mit umgekehrter Polarität entnehmen, so ist an Stelle der unteren die obere Video-Buchse an Erde zu legen; da der Katodenwiderstand sehr klein ist, treten durch dieses Verlegen des Erdpotentialpunktes keine Störungen durch unerwünschte Einstreuungen ein.

Die Hf-Trägerwelle wird vom Colpitts-Oszillator (rechter Teil von B 12) zu einem Gitter einer Doppeltriode (B 11) mit gemeinsamen Katodenwiderstand geleitet. Dem zweiten Gitter dieser Doppeltriode wird das vollständige Video-Signal von B 10 zugeführt. Der auf diese Weise negativ video-modulierte Hochfrequenzträger wird von der Anode dieses Triodensystemes über einen symmetrischen Ausgangstransformator einem nicht gezeichneten Stufenabschwächer zugeführt, der Hf-Spannungen von etwa 100 und 2 mV zur Empfindlichkeitsüberprüfung des Empfängers über ein abgeschirmtes 300-Ω-Ausgangskabel zu entnehmen gestattet.

Der linke Teil der Röhre B 12 bewirkt die Frequenzmodulierung des Hf-Trägers bei der Überprüfung des Tonkanals; die Modulationsspannung wird dem Bildmustergenerator für waagerechte Balken (B 3) entnommen. Da man die Balkenzahl regeln kann, kann man mit dem gleichen Regler auch die Frequenz des Tones, den man im Lautsprecher des Fernsehempfängers hört, verändern (200 bis 400 Hz).

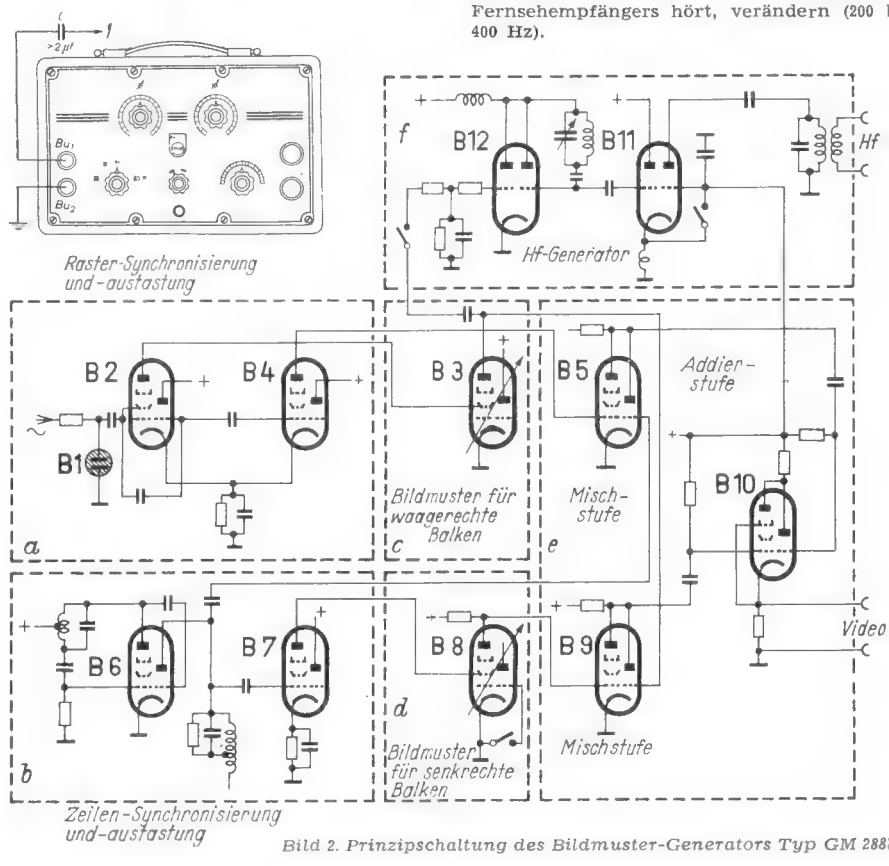


Bild 2. Prinzipschaltung des Bildmuster-Generators Typ GM 2887 C

Die Original-Oszillogramme

aufgenommen mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen Philips GM 5653, zeigen:

Bild 3: Video-Modulation (jeweils von acht senkrechten Balken) während dreier Zeilen;

Bild 4: Hf-Trägerwelle, moduliert mit Impulsen für Zeilensynchronisation bei weißer Bildfläche;

Bild 5: Hf-Trägerwelle, moduliert mit einer Spannung für waagerechte Balken;

Bild 6: Hf-Trägerwelle, moduliert mit einer Spannung für senkrechte Balken;

Bild 7: Hf-Trägerwelle, moduliert mit einer Spannung für waagerechte und senkrechte Balken (Rechtecke).

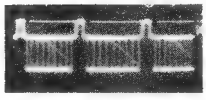


Bild 3. Video-Modulation während drei Zeilen (acht senkrechte Balken)

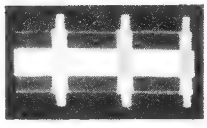


Bild 4. Hf-Trägerwelle mit Zeilenimpulsen bei weißer Bildfläche

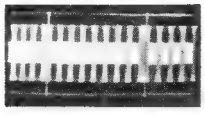


Bild 5. Hf-Trägerwelle mit waagerechten Balken

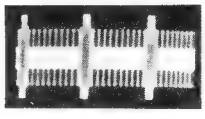


Bild 6. Hf-Trägerwelle mit senkrechten Balken

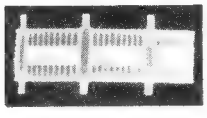


Bild 7. Hf-Trägerwelle mit waagerechten und senkrechten Balken

Die Prüfungen

Nachdem man den Hf-Ausgang des Service-Bildmuster-Generators Philips GM 2887 C mit dem Eingang des zu prüfenden Fernsehempfängers verbunden und die Trägerfrequenz auf dem Bildträger des am Empfänger eingestellten Fernsehkanals (5...10) gebracht hat, kann man bei auf dem Bildschirm stehendem Muster folgende Prüfungen durchführen:

1. Überprüfung der Gleichmäßigkeit des Bildschirmes.

In der ersten Stellung des Bildmusterwahlschalters (weiße Fläche) kann der Bildschirm auf Beschädigungen und unempfindliche Stellen geprüft werden. Ferner kann man in dieser Stellung ein etwaiges Helligkeitsbrummen an ungleichmäßiger Helligkeit feststellen.

2. Überprüfung der Linearität der Kippgeräte für a) senkrechte und b) waagerechte Ablenkung.

a) In der Stellung 2 des Bildmusterwahlschalters stellt man mit Hilfe des zugehörigen Reglers für die Einstellung der Anzahl der Balken (6...10) etwa acht waagerechte Balken ein. Da der gegenseitige Abstand aller Zeilen über den ganzen Schirm gleich sein soll, müssen alle Balken bei Linearität des senkrechten Kippgerätes die gleiche Breite haben **(Bild 8)**.

b) In der Stellung 3 des Bildmusterwahlschalters stellt man etwa acht senkrechte Balken ein. Bei Linearität des waagerechten Kippgerätes haben alle Balken die gleiche Breite **(Bild 9)**.

Die Prüfungen unter 2a und 2b kann man auch in der Stellung 4 des Wahlschalters durch Betrachtung des Rechteckmusters **(Bild 10)** zusammenfassen.

3. Überprüfung der Durchlaßkurve für a) tiefe und b) hohe Frequenzen (Abhängigkeit der Güte des Bildes von der Sprungkennlinie).

a) Bei tiefen Frequenzen darf auch eine aus nur wenigen Sprüngen bestehende Spannungsform nicht verzerrt werden. Mit Hilfe eines aus waagerechten Balken bestehenden Bildmusters kann die Helligkeitsverteilung innerhalb der Balken überprüft werden. Bei guter Wiedergabe der niedrigen Frequenzen ist die Helligkeit über die ganze Breite gleich.

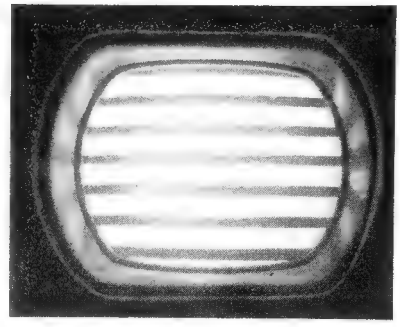


Bild 8. Waagerechte Balken zur Prüfung der Rasterlinearität

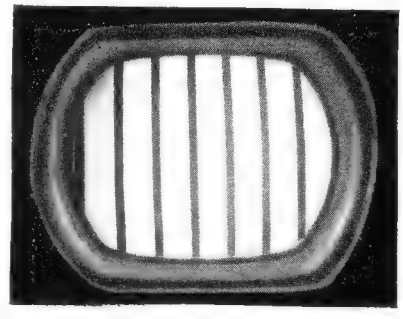


Bild 9. Senkrechte Balken zur Prüfung der Zeilenlinearität

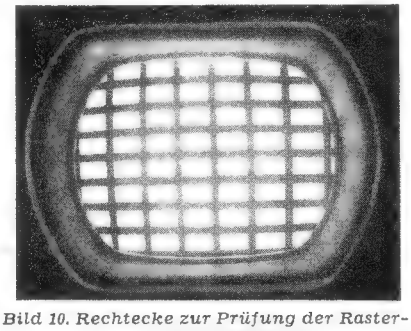


Bild 10. Rechtecke zur Prüfung der Raster- und Zeilenlinearität

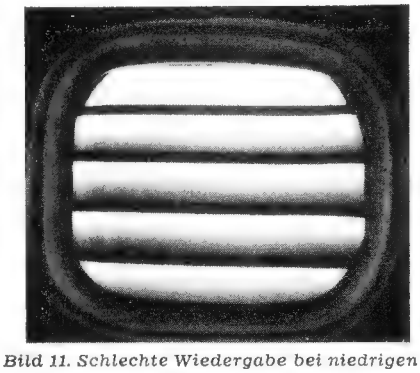


Bild 11. Schlechte Wiedergabe bei niedrigen Frequenzen

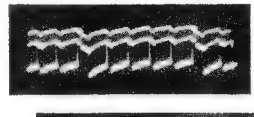


Bild 12. Oszillogramm der verzerrten Spannung von Bild 11

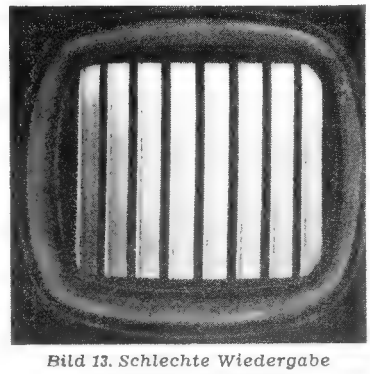


Bild 13. Schlechte Wiedergabe bei hohen Frequenzen

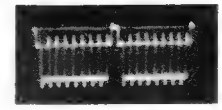


Bild 14. Oszillogramm der verzerrten Spannung von Bild 12

Bei schlechter Wiedergabe ist sie ungleichmäßig. **Bild 11** zeigt die Aufnahme eines solchen fehlerhaften Bildes auf einem Fernsehempfänger bzw. **Bild 12** die verzerrte Modulationsspannung in einer der Fernsehempfängerstufen auf dem Leuchtschirm des Philips-Oszillographen GM 5653.

b) Bei zu kleiner Bandbreite leidet die Wiedergabe der hohen Frequenzen (Bildeinzelheiten). Diese Prüfung wird mit Hilfe eines Bildmusters aus senkrechten Balken durchgeführt. Werden auch hohe Frequenzen gut wiedergegeben, so ist die Helligkeit über die Breite der einzelnen Balken gleich; anderenfalls ist sie ungleichmäßig.

Aus **Bild 13** erkennt man, daß bei einer schlechten Wiedergabe der hohen Frequenzen sich links im Balken eine sehr helle weiße Linie bildet, der nach rechts eine Reihe mehr oder weniger heller Linien folgt. **Bild 14** zeigt ein derart verzerrtes Video-Signal auf dem Leuchtschirm des Oszillographen GM 5653.

Da bei den Prüfungen unter 3a und 3b verschiedene Helligkeiten miteinander verglichen werden, ist darauf zu achten, daß der zu prüfende Fernsehempfänger nicht übersteuert wird.

4. Überprüfung der Synchronisation des Empfängers: Da die Zeilen- und Bildfrequenzen den für Deutschland genormten Werten angeglichen sind, kann auch ein Fehler in der Synchronisation der zu prüfenden Schaltungen festgestellt werden.

5. Überprüfung der richtigen Lage des Bildes: Nach der Fernsehnorm erfolgt die Abtastung des Bildes in der Zeile von links nach rechts und für die Bildablenkung von oben nach unten. Bei falscher Einstellung der Ablenkspulen erscheint das Bild seitenverkehrt.

Bei dieser Überprüfung stellt man den Bildmusterwahlschalter in Stellung 4. Vergrößert man die Anzahl der waagerechten Balken, so müssen die neuen Balken von unten kommen; vergrößert man die Anzahl der senkrechten Balken, so müssen sie bei richtiger Bildlage von rechts kommen.

6. Überprüfung der Video-Stufen: Da an einem besonderen Ausgang die Video-Modulation mit der gewünschten Polarität entnommen werden kann, ist es möglich, einen Fernsehempfänger auch hinter dem Bildgleichrichter zu überprüfen, wie es **Bild 15** zeigt. Die Video-Spannung wird dem Gitter der Verstärkerröhre bei 1 über einen Kondensator mit einer Kapazität von mindestens 2 µF zugeführt.

Mit dem Philips-Bildmuster-Generator GM 2887 C ist ein Prüfgerät für den Fernsehempfänger-Service auf den deutschen Markt gekommen, mit dem auf Grund von auf dem Bildschirm beobachteten Unregelmäßigkeiten bei der Reparatur einwandfrei und zuverlässig auf die Fehlerursache im Empfänger geschlossen werden kann, so daß eine rasche Abstellung des erkannten Fehlers möglich ist.

Dr. Bredner

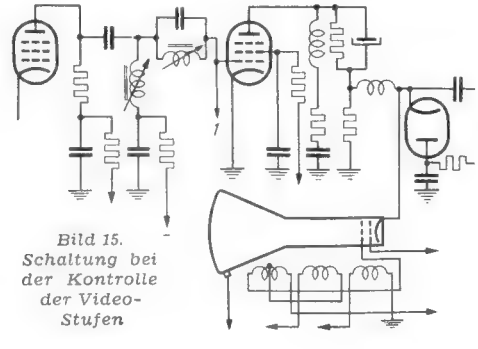


Bild 15. Schaltung bei der Kontrolle der Video-Stufen

Röhren-Dokumente

Abstimmanzeigeröhren

Blatt 1

1. Magische Augen

Aufbau und Wirkungsweise:

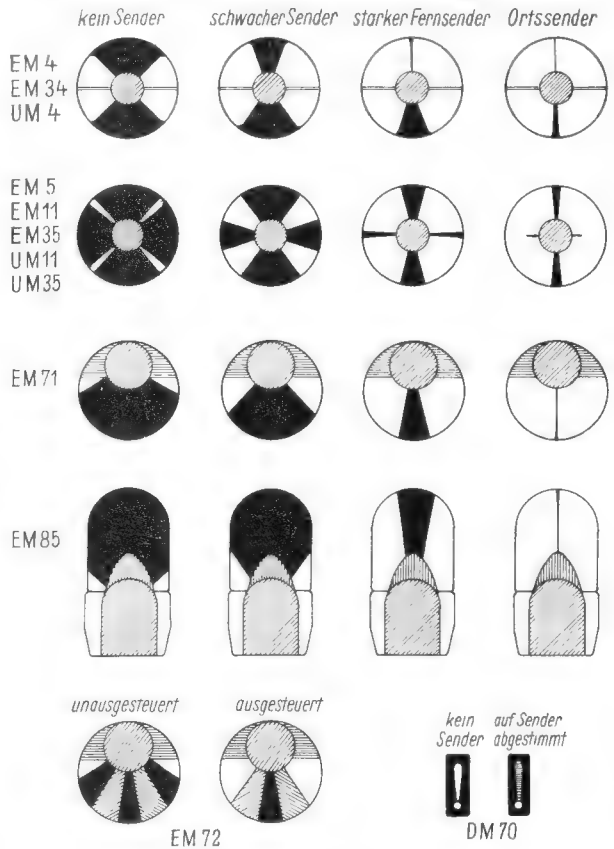
Moderne Abstimmanzeigeröhren enthalten stets ein oder zwei Triodensysteme, welche zur Steuerung des Anzeigesystems dienen. Man unterscheidet Einbereichanzeiger und Zweibereichanzeiger. Einbereichanzeiger waren die jetzt nicht mehr hergestellten AM 2 und C/EM 2, die EFM 11/UFM 11 sowie das Abstimmkreuz EM 1. Sie wurden abgelöst durch die Doppelbereich-Abstimmanzeigeröhren EM 4, EM 5, EM 11, EM 34, EM 35, UM 4, UM 11 und UM 35. Diese Röhren besitzen zwei Triodensysteme, welche ein gemeinsames Steuergitter haben, das aber bei beiden Systemen eine verschiedene Steigung besitzt. Auch die beiden Anoden sind verschieden groß. Es sind somit zwei Triodensysteme mit verschiedenem Durchgriff und damit verschiedenem Aussteuerbereich vorhanden, welche zur Steuerung des Leuchtsystems dienen. Bei der EM 4, EM 34 und UM 4 ist ein Haltesteg jeder Anode bis in das Leuchtsystem verlängert; beide Leuchtstege sind um 180° versetzt. Hierdurch entstehen zwei Schattenwinkel, deren Größe vom Anodenpotential abhängt. Je größer die Differenz zwischen Anoden- bzw. Stegspannung und Leuchtschirmspannung, um so größer ist die Ablenkwirkung der Stege, um so größer werden die Schattenwinkel. Eine große Differenz entsteht bei einem großen Außenwiderstand, deshalb ist R_a 1...2 MΩ groß. Sie verkleinert sich bei kleinerem Anodenstrom, d. h. bei stärkerer negativer Gittervorspannung. Ist der Unterschied zwischen beiden Spannungen < 20 %, so wirken die Stege nicht mehr ablenkend, die Schattenwinkel verschwinden. Dieser Zeitpunkt tritt bei dem Triodensystem mit kleinem Durchgriff bereits bei Gitterspannungen (Regelspannungen) von —3...—5 Volt ein, also bereits beim Empfang schwacher Sender. Der durch das zweite Triodensystem gesteuerte zweite Schattenwinkel zeigt die stärkeren Fern- und den Ortssender an.

Zu beachten ist, daß die EM 4 einen Außenkontaktsockel hat, die UM 4 und die EM 34 dagegen Oktalsockel: die Sockelanschlüsse bei der UM 4 und EM 34 sind aber nicht gleich!

Im Auslande gibt es noch eine HM 34 (U_f = 8,5 Volt, I_f = 150 mA) und eine UM 34 (U_f = 12,6 Volt, I_f = 100 mA), welche sich nur durch die Heizwerte von der EM 34 unterscheiden.

Die Doppelbereich-Abstimmanzeigeröhren EM 5, EM 11, EM 35, UM 11 und UM 35 sind ähnlich aufgebaut. Bei ihnen ragen aber von jeder Triodenanode zwei Stege in das Leuchtsystem hinein, so daß vier Schattenwinkel entstehen, von denen die gegenüberliegenden zusammenarbeiten. Zwei Schattenwinkel zeigen schwache Sender, zwei Schattenwinkel zeigen starke Fernsender und den Ortssender an.

Die ausführlichen Daten der EFM 11 wurden in den „Röhren-Dokumenten" bereits gebracht.

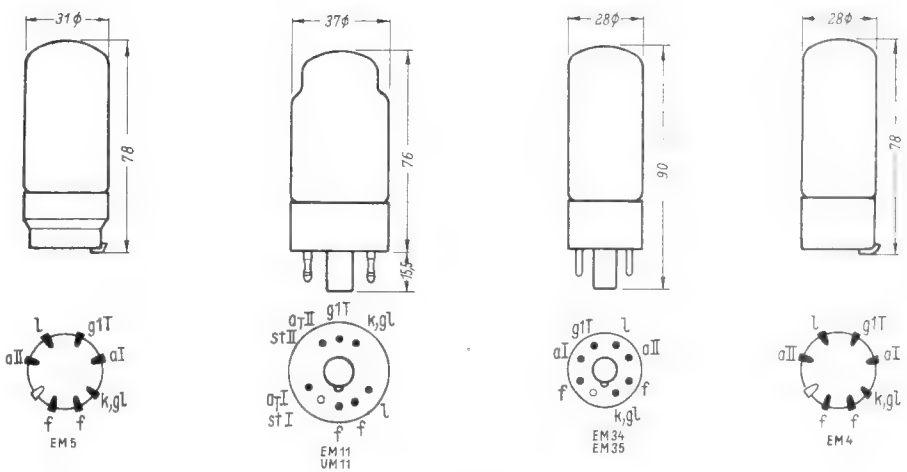


Vergleich der Leuchtwinkeländerungen

Abstimmanzeigeröhren

Typ	DM 70	EM 4	EM 34	UM 4	EM 5	EM 11	EM 35	UM 11	UM 35	
System	3	L (3+3)	L (3+3)	L (3+3)	L (3+3)	L (3+3)	L (3+3)	L (3+3)	L (3+3)	
Art des Leuchtschirms	Längsstrich v. vorn	Doppelbereichanzeige (zweiflüglig) von oben			Doppelbereichanzeige (vierflüglig) von oben					
Heizart	B = ≂	~ ≂	~ ≂	≂	~ ≂	~ ≂	~ ≂	~ ~	~ ~	
U_f	1,4 d	6,3 i	6,3 i	12,6 i	6,3 i	6,3 i	6,3 i	15 i	15 i	Volt
I_f	25	200	200	100	200	200	200	100	100	mA
Betriebswerte:										
U_L	—	250	200	100	250	200	100	200	100	Volt
I_L bei U_{g_1} = 0 V		0,75	0,55	0,2	0,46	0,33	0,1	0,4	0.1	mA
$I_{L\,max}$ bei U_{g_1} = 0 V		2	1,4	0,4	—	—	—	—	—	mA
U_b (+U_a) größte Helligkeit	90+	250	200	100	250	200	100	200	100	Volt
bei U_{g_1} =	0 V	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	Spg.
hierbei I_a	0,25									mA
Dunkelsteuerung bei U_{g_1} =	—13,5	0	0	0	0	0	0	0	0	Volt
Stegpaar I für schwache Sender										
$R_{a\,I}$	—	1	1	1	2	2	2	2	2	MΩ
$U_{g_1\,I}$	—	0...—5	0...—4,2	0...—2,5	0...—4	0...—3	0...—2	0...—3	0...—2	Volt
$I_{a\,I}$	—	—	—	—	0,12...0,07	0,1...0,06	0,05...0,03	0,1...0,06	0,05...0,03	mA
β_I	—	90...5°	90...5°	90...0°	75...15°	75...18°	75...15°	78...25°	77...15°	
Stegpaar II für starke Sender										
$R_{a\,II}$	—	1	1	1	1	1	1	1	1	ΩM
$U_{g_1\,II}$	—	0...—16	0...—12,5	0...—8	0...—20	0...—20	0...—10	0...- 20	0...—10	Volt
$I_{a\,II}$	—	—		—	0,25...0,08	0,2...0,06	0,1...0,03	0,19...0,08	0,1...0,04	mA
β_{II}	—	90...5°	90...5°	90...0°	83...5°	82...3°	80...3°	75...10°	77...5°	

Kolbenabmessungen

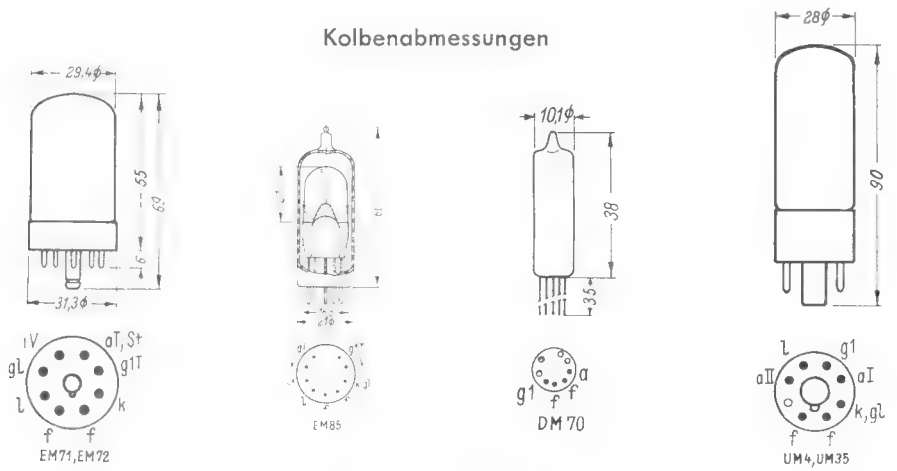


Sockel von unten gesehen

Abstimmanzeigeröhren

Typ	EM 71, EM 72			EM 85						
System	L + 3			L + 3						
Art des Leuchtschirms	Einbereichanzeige (ein Schattenwinkel) von oben			Einbereichanzeige (ein Schattenwinkel) von vorn						
Heizart	~ ≅			~ ≅						
U_f	6,3 i			6,3 i						
I_f	300			300						
				Steuersteg mit Anode Triode verbunden			Steuersteg von Anode Triode getrennt			
Betriebswerte:										
U_L	250	200	100	250	200	100	250	200	100	Volt
U_{gL}	0	0	0	—	—	—	—	—	—	Volt
I_L bei $U_{g1T} = 0V$	2,5	1,6	0,6	2,1	1,4	0,5	2,1	1,4	0,5	mA
U_b	250	200	100	250	200	100	250	200	100	Volt
R_{aT}	0,5	0,5	0,5	0,47	0,47	0,47	—	—	—	MΩ
R_{g1T}	1...3	1...3	1...3	3	3	3				MΩ
U_{g1T}	0...—20	0...—14	0...—9	0...—18	0...—14	0...—6				Volt
I_{aT}	0,5...0,15	0,4...0,1	0,2...0,05	0,5...0,12	0,4...0,1	0,2...0,07				mA
U_{st}					—	—	5...160	5...125	5...60	Volt
I_{st}					—	—	5...180	5...130	3...50	µA
β	120...0°	115...0°	110...0°	100...0°	100...0°	100...0°	110...0°	110...0°	110...0°	

Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen

Grenzwerte:

Typ	DM 70	EM 4 EM 34	EM 5 EM 11 EM 35	EM 71 EM 72	EM 85	UM 4	UM 11 UM 35	
U_L max		300	250	250	300	250	250	Volt
U_L min			90	100	100		90	Volt
U_a max	250	300	300	300	300	250	300	Volt
U_a min	45							Volt
Q_a max			0,5	0,5	0,8		0,5	Watt
I_k max	0,3		5	6	6		5	mA
R_{g1} max	10	3	3	3	3	3	3	MΩ
$U_{f/k}$ max		100	100	100	100	150	200	Volt

Abst./2a
10. 1952

Abstimmanzeigeröhren

Schaltungshinweise:

Als Steuerspannung für das Triodengitter nehme man nicht die Spannung von der Regeldiode, da dann durch Einfluß der Verzögerungsspannung schwache Sender überhaupt nicht angezeigt werden. Man nehme vielmehr die Spannung von der Detektordiode ab.

Um die Modulation auszusieben, muß in den Gitterkreis des Triodenteils eine RC-Siebkombination gelegt werden. Durch den Spannungsabfall des Gitterstromes an R_g = 1...3 MΩ entsteht eine Grundgittervorspannung (Anlaufspannung) von etwa —1 Volt. Damit werden die Anfangsschattenwinkel ca. 10...30° kleiner, und die Anzeigeempfindlichkeit wird gerade bei schwachen Sendern schlechter. Man kann den Einfluß der Anlaufspannung durch die Verzögerungsspannung kompensieren, indem man die Katode der Anzeigeröhre nicht mit der Katode der Diodenstrecke verbindet, sondern an den Spannungs-Nullpunkt (Chassis) legt.

Auch Einbereichanzeige ist möglich durch direkte Verbindung von a I und a II und Anschluß an die Betriebsspannung über einen gemeinsamen Außenwiderstand von 1...3 MΩ. Hierdurch wird, gerade bei niedrigen Betriebsspannungen, die Anzeige schwacher Sender verbessert.

Die Anzeige im Bereich I (empfindliche Anzeige) kann empfindlicher gemacht werden dadurch, daß man einen Vorwiderstand in die Leuchtschirmleitung einfügt. Hierdurch schließen sich die Winkel früher, die Kurven werden steiler. Bei U_b > 250 Volt ist die Einfügung eines solchen Vorwiderstandes immer zu empfehlen.

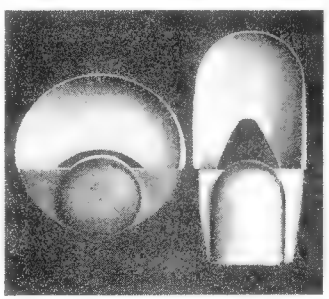
Schließt man a II nicht an U_b, sondern an die gleitende Schirmgitterspannung einer geregelten Röhre an, so tritt im Bereich II eine etwas stärkere Verzögerung ein, so daß Bereich II bei schwachen Sendern noch nicht in Funktion tritt, sondern erst dann, wenn Bereich I nahezu ausgesteuert ist.

Abstimmanzeigeröhren werden nicht nur in Rundfunkempfängern zur Senderanzeige, sondern auch in Brückenschaltungen als Nullanzeiger verwendet.

2. Magische Fächer

Der von der C. Lorenz AG gebaute „Magische Fächer" ist ein moderner Einbereichanzeiger mit einem Triodensystem und einem Schattenwinkel. Er zeichnet sich durch hohe Anzeigeempfindlichkeit, lange Leuchtkanten und einen großen Anfangsleuchtwinkel aus. Außer dem normalen Magischen Fächer EM 71 gibt es noch eine Sonderausführung EM 72, die als Aussteuerungsanzeiger für Tonaufnahmegeräte dient. Bei ihr sind in der Leuchtschirmfläche beiderseits eines Mittelsektors von 20° zwei Sektoren von je 25° ausgespart. Richtige Aussteuerung wird dadurch angezeigt, daß die beiden seitlichen Leuchtsektoren gleichmäßig hell, der leuchtfähige Mittelkeil dagegen dunkel erscheint.

Bei all den bisher behandelten Abstimmanzeigeröhren ist der Leuchtschirm von der Stirnseite der Röhre her sichtbar. Das bedeutet eine umständliche horizontale Befestigung der Röhre. Außerdem kann der Kolbendurchmesser von 29 mm kaum unterschritten werden, wenn der Leuchtschirm nicht zu klein werden soll. Beim Magischen Fächer EM 85 wurde das Triodensystem waagerecht gestellt; der Leuchtschirm steht senkrecht in Längsrichtung des Kolbens. Er ist muschelförmig langgestreckt. Dadurch konnte bei gleichem Flächeninhalt der Leuchtschirm schmäler gehalten sein (siehe *Bild*) und das komplette System im Kolben einer Miniaturröhre untergebracht werden. Die EM 85 kann unmittelbar hinter der Frontplatte senkrecht befestigt werden; durch einen Ausschnitt in der Skala ist der Leuchtschirm zu sehen. Die Röhrenfassung braucht nicht umständlich befestigt zu werden; die Röhre selbst ist leicht auswechselbar.



Vergleich der Leuchtschirme der EM 71/72 (links) und EM 85 (rechts)

Das Anzeigesystem besteht aus einem an Katode liegenden Anzeigegitter, einem Steuersteg und zwei winkelförmigen Gegenelektroden zur Steuerung der beiden Leuchtwinkel. Zwischen Trioden- und Anzeigesystem befindet sich eine durchgehende Abschirmung, welche mit der Katode verbunden ist und vor störenden Streuelektronen schützt. Der Steuersteg ist an einen besonderen Sockelstift geführt. Man kann ihn mit der Anode des Triodensystems verbinden und das Triodensystem zur Steuerung benutzen, man kann ihn aber auch mit einer anderen von der Aussteuerung abhängigen Spannung verbinden (z. B. der gleitenden Schirmgitterspannung) und das Triodensystem getrennt als Nf-Verstärker verwenden. Ersteres ist aber empfehlenswerter.

3. Magischer Strich

Die DM 70 ist die erste direkt geheizte deutsche Abstimmanzeigeröhre für Batteriebetrieb. Sie ist eine Subminiaturröhre mit senkrecht stehendem System, welche direkt in die Schaltung hinter einem Ausschnitt der Frontplatte eingelötet wird. Im Auslande gab es früher bereits die DM 21, eine direkt geheizte Röhre nach Art der AM 2. Sie war für Spannungen von 90...135 Volt bestimmt. Bei 90 Volt war die Leuchtkraft aber bereits so schwach, daß die Röhre für Batteriespannungen von 90 Volt nicht mehr empfohlen werden konnte, so daß die DM 21 keine große Verwendung fand. Die DM 70 dagegen kann man noch sehr gut mit 90 Volt betreiben; für Batteriespannungen von 67,5 Volt und von 45 Volt ist sie allerdings auch nicht mehr zu gebrauchen. Andererseits kann man aber mit der Spannung bis auf 250 Volt hinaufgehen. Die DM 70 ist damit die gegebene Röhre für den ABC-Empfänger.

Die DM 70 enthält kein besonderes Anzeigesystem. Die Anode des Triodensystems selbst ist mit Leuchtmasse bestrichen. Zwischen Heizfaden und Anodenblech befindet sich eine in Form eines Ausrufungszeichens ausgeschnittene Gitterblende. Die Größe des Leuchtkeiles hängt von der Größe des Anodenstromes, d. h. von der Aussteuerung, ab. Im Gegensatz zu den übrigen Abstimmanzeigeröhren wird bei Empfang eines Senders die Leuchtfläche nicht größer, sondern kleiner! Der Punkt des Ausrufungszeichens verdunkelt sich nicht und zeigt an, daß der Empfänger in Betrieb ist.

Abst./1a
10. 1952

ELEKTRONIK

Nr. 5 Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU Oktober 1952

Das positive Elektron

Von Dr. Th. Heiting

Die Geschichte des positiven Elektrons begann im Jahre 1930. Bis dahin kannte man als Elementarteilchen der Materie, der Elektrizität und der elektromagnetischen Strahlung nur das *Proton*, das (negative) *Elektron* und das *Photon* (Lichtquant). Zu dieser Zeit veröffentlichte P. A. M. Dirac eine wellenmechanische Theorie des Elektrons, in der die aus Einsteins Relativitätstheorie abgeleiteten Vorstellungen berücksichtigt sind. Aus Diracs Theorie ergeben sich je vier verallgemeinerte Wellengleichungen, die das Verhalten des Elektrons beschreiben. Diese Theorie liefert beispielsweise für das Elektron zwanglos ein magnetisches Zusatzfeld entsprechend der Rotation des Elektrons um seine Achse *(Elektronenspin)*. Mit dem magnetischen Moment des Elektrons läßt sich die Aufspaltung der Spektrallinien in einem äußeren Magnetfeld (anomaler Zeeman-Effekt) zahlenmäßig richtig erklären. Ferner konnten Klein und Nishina mit Hilfe von Diracs Theorie die Intensitätsverteilung der Compton-Streustrahlung und den durch diesen Prozeß bedingten Absorptionskoeffizienten der Gammastrahlung zahlenmäßig richtig berechnen.

Während sich so Diracs Therorie hervorragend bewährte, schienen andere aus ihr abgeleitete Folgerungen die Richtigkeit wieder in Frage zu stellen. Sie verlangt nämlich, daß (negative) elektrische Elementarladungen außer den normalen Zuständen positiver Energie auch negative Energiezustände annehmen können (Diracs „Unterwelt"). Solche waren aber bislang niemals in Erscheinung getreten. Nach dem Pauli-Prinzip kann jeder der überhaupt möglichen Zustände negativer Energie nur von einem einzigen Elektron eingenommen werden. Normalerweise ist es nicht möglich, die einzelnen Zustände negativer Energie zu beobachten. Irgendeiner dieser Zustände könnte aber in Erscheinung treten, wenn er für eine kurze Zeit aus irgend welchen Gründen nicht von einem Elektron eingenommen wird. Wir hätten dann ein „Loch" in der Mannigfaltigkeit der Zustände negativer Energie. Das Fehlen negativer Energie an dieser Stelle ist gleichbedeutend mit dem Vorhandensein von positiver Energie, und das Fehlen negativer Ladung gleichbedeutend mit dem Vorhandensein von positiver Ladung. Der absolute Betrag dieser positiven Ladung ist gleich dem des gewöhnlichen negativen Elektrons, d. h. gleich $4{,}77 \cdot 10^{-10}$ elst. CGS-Einheiten $= 1{,}59 \cdot 10^{-19}$ Coulomb.

Im Jahre 1932 gelang es C. D. Anderson, der die kosmische Strahlung und deren Sekundärstrahlungen mit Hilfe der Wilsonschen Nebelkammer nebst selbsttätiger fotografischer Aufnahmeeinrichtung untersuchte, unter 1000 Bahnspuren 15 Spuren aufzufinden, deren Ionisationsvermögen und Ladungsvorzeichen auf ein Elektron mit positiver Ladung schließen ließen. Anderson nannte diese Teilchen *Positronen* und identifizierte sie mit den aus Diracs „Löchertheorie" gefolgerten positiven Elektronen. Bald danach gelang es Lise Meitner und anderen Forschern, Positronen auch im Zusammenhang mit der Absorption von harten Gammastrahlen radioaktiver Elemente nachzuweisen. Es zeigte sich, daß die Positronen nicht spontan im leeren Raum entstehen, sondern bei der Absorption von Gammaquanten in Materie gebildet werden, und zwar besonders bei schweratomigen Absorbern, z. B. bei Blei mit der Ordnungszahl $Z = 82$. Der „absorbierende" Atomkern nimmt dabei im wesentlichen nur Impulse auf, bleibt aber sonst unverändert, wirkt also wie ein Katalysator in der Chemie.

Th. Heiting konnte 1933 erstmalig zeigen, daß die Wahrscheinlichkeit der Positronenentstehung durch Gammastrahlung proportional dem Quadrat der Ordnungszahl Z des Absorbers zunimmt[1]). Spätere Arbeiten anderer Autoren glaubten eine lineare Abhängigkeit von Z nachweisen zu können, doch beruhten diese Ergebnisse auf Irrtümern. Eingehende Untersuchungen zur Klärung dieser Frage wurden 1935 von De Benedetti veröffentlicht und bestätigten das quadratische Gesetz, in Übereinstimmung mit der Theorie der Positronenentstehung von Bethe und Heitler.

Bei der Bildung von Positronen werden die Erhaltungssätze der Physik nicht verletzt. Der Satz von der Erhaltung der Ladung verlangt, daß gleichzeitig mit dem Positron ein negatives Elektron entsteht. Man spricht daher von *„Elektronenpaaren"* oder *„Elektronenzwillingen"*. Die Gesamtladung vor und nach dem „Materialisationsprozeß" ist dann gleich Null. Die Paarbildung ist inzwischen auf unzähligen Wilsonaufnahmen wahrnehmbar gemacht worden.

Nach dem Satz von der Erhaltung der Masse muß die Masse des zur Paarbildung verbrauchten Gammaquants mindestens gleich der Masse des Elektronenpaares $2\,m_0$ sein. Die Photonenmasse ist nach Einstein $m_{ph} = h\,c/\lambda$ ($h =$ Planckscher Wirkungsquantum, $c =$ Lichtgeschwindigkeit im Vakuum), und wir erhalten somit für die Masse des paarerzeugenden Quants $m_{ph} = h\,c/\lambda = 2\,m_0 = 2 \cdot 9{,}04 \cdot 10^{-27} = 18{,}1 \cdot 10^{-27}$ g. — Der Satz von der Erhaltung der Energie fordert, daß die Mindestenergie $h\,\nu$ ($\nu =$ Frequenz) des paarbildenden Quants ebenso groß ist wie die Energie, welche der Ruhemasse des Elektronenpaares entspricht. Es muß also die Beziehung gelten: $E_{min} = h\,\nu = 2\,m_0\,c^2 = 2 \cdot 9{,}04 \cdot 10^{-28} \cdot 3^2 \cdot 10^{20} = 16{,}3 \cdot 10^{-7}$ erg $= 16{,}3 \cdot 10^{-14}$ Watt · sec. Aus $E_{min} = h\,\nu = h\,c/\lambda$ erhalten wir für die Mindestwellenlänge der paarerzeugenden Strahlung den Wert $\lambda_{min} = hc/E_{min} = 6{,}55 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^{10}/(16{,}3 \cdot 10^{-7}) = 12{,}1 \cdot 10^{-11}$ cm $= 12{,}1$ X—E. Bei Gammastrahlen kürzerer Wellenlänge als λ_{min} geht die überschüssige Energie in kinetische Energie des Elektronenpaares über, wodurch seine Wahrnehmbarkeit in der Wilson-Kammer erst ermöglicht wird. — Nach Einstein ist der Impuls des Lichtquants $p = h\nu/c = h/\lambda$. Das paarerzeugende Lichtquant besitzt demnach einen Impuls $p = 6{,}55 \cdot 10^{-27}/(12{,}1 \cdot 10^{-11}) = 5{,}41 \cdot 10^{-17}$ g · cm/sec, der sich nach dem Prozeß im Gesamtimpuls des Elektronenzwillings und des Rückstoßatoms wiederfindet.

Die Energie-Einheit 1 erg ist in der Atomphysik ungebräuchlich, statt dessen verwendet man die anschaulichere Einheit 1 eV bzw. das millionenfache, 1 MeV. Die Energie 1 eV entspricht dem Zuwachs an kinetischer Energie eines Elektrons, nachdem es eine Beschleunigungsstrecke der Potentialdifferenz 1 Volt durchlaufen hat. Die Umrechnung von erg- auf eV-Einheiten vollzieht sich auf folgendem Wege: Für beliebige Massen und Ladungen gilt $Q \cdot U \cdot 10^7 = \frac{1}{2} \cdot Mv^2$ erg ($Q =$ Ladung in Coulomb, $U =$ Spannung in Volt, $M =$ Masse in g, $v =$ Geschwindigkeit in cm/sec). Für das Elektron erhalten wir hieraus speziell $v^2 = 2\,e\,U \cdot 10^7/m_0 = 2 \cdot 1{,}59 \cdot 10^{-19} \cdot U \cdot 10^7/(9{,}04 \cdot 10^{-28}) = 35{,}2 \cdot 10^{14} \cdot U$ (cm/sec)². (Wegen der relativistischen Massenzunahme des Elektrons bei großen Geschwindigkeiten gilt diese Beziehung streng nur für Geschwindigkeiten $v \ll c$. Für $v = c/5$ entsprechend $U \approx 10$ kV beträgt der Fehler etwa 1 %.) Mit $U = 1$ Volt ist dann nach der obigen Definition $1\,\text{eV} = \frac{1}{2}\,m_0\,v^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}04 \cdot 10^{-28} \cdot 35{,}2 \cdot 10^{14} = 1{,}59 \cdot 10^{-12}$ erg und $1\,\text{MeV} = 1{,}59 \cdot 10^{-6}$ erg oder $1\,\text{erg} = 6{,}28 \cdot 10^5$ MeV. — Die oben berechnete Mindestenergie des Gammaquants für die Paarbildung ist also $E_{min} = 16{,}3 \cdot 10^{-7} \cdot 6{,}28 \cdot 10^5 = 1{,}02$ MeV.

Nach Diracs Vorstellungen ist die Lebensdauer des Positrons außerordentlich gering. Jedenfalls ist es nur so lange existenzfähig, als es sich mit großer Geschwindigkeit fortbewegt. In Materie verliert es durch Ionisationseffekte seine Bewegungsenergie, wird also bis zur Geschwindigkeit Null abgebremst, und lagert sich schließlich infolge der Coulombschen Anziehungskraft an irgendein negatives Elektron an. Durch Vereinigung der entgegengesetzt geladenen Partner sollen beide vernichtet werden, d. h. verschwinden und sich in Gammastrahlung umwandeln. Man spricht daher von einer *„Entmaterialisation"*, *„Anihilation"* oder *„Zerstrahlung"* der beiden Elektronen. Hierbei müssen wiederum die Erhaltungssätze der Physik gewahrt sein. Die Gesamtladung bleibt Null, die Masse $2\,m_0$ geht über in Gammastrahlung gleich großer Masse, die Energie $2\,m_0\,c^2$ findet sich ebenfalls

[1]) Zeitschr. f. Phys. 87 (1933), S. 127—138.

in der Energie dieser Gammastrahlung wieder. Da der Impuls vor der Zerstrahlung gleich Null war, so ist es unmöglich, daß nur ein einziges Gammaquant von 12,1 X—E Wellenlänge mit der Energie 1,02 MeV gebildet wird, da dieses einen von Null verschiedenen Impuls der Größe $5{,}41 \cdot 10^{-17}$ cm · g/sec (s. oben!) besitzen würde. Vielmehr müssen zwei entgegengesetzt gerichtete Gammaquanten entstehen, deren Wellenlänge 24,2 X-E entsprechend einer Energie von 0,51 MeV beträgt. Die Bildung von drei Quanten der Energie 0,34 MeV ist ebenfalls theoretisch möglich, allerdings mit viel geringerer Wahrscheinlichkeit zu erwarten.

Die Zerstrahlung des Positrons wurde erstmalig 1933 von Th. Heiting experimentell bestätigt[2]), welcher die Elemente Aluminium, Eisen, Kupfer und Blei mit Gammastrahlung der Energie 2,6 MeV bestrahlte. Die Gammastrahlung wurde in diesen Metallen absorbiert, und es wurden Positronen erzeugt, die in denselben Absorbern bis zur Geschwindigkeit Null abgebremst wurden. Außer der schon oben erwähnten Compton-Strahlung ging von den Absorbern noch eine weitere Sekundärstrahlung aus, deren Energie gerade 0,51 MeV betrug und von Heiting mit der „Vernichtungsstrahlung" der Positronen identifiziert wurde. Damit hatte sich Diracs Theorie auch in diesem Punkt als richtig erwiesen.

Die Zerstrahlung des Positrons wurde einige Monate später von Curie und Joliot und anderen Forschern bestätigt. Bald darauf fand man auch bei künstlich radioaktiv gemachten Isotopen vieler Elemente eine Positronenstrahlung, die der bekannten Betastrahlung natürlicher radioaktiver Elemente entspricht. Positronen werden von neutronenarmen, negative Elektronen (Betastrahlen) dagegen von neutronenreichen Isotopen ausgesandt.

Was die Lebensdauer des Positrons betrifft, so sind aus theoretischen Überlegungen zwei Möglichkeiten denkbar: Im ersten Fall bildet das Positron zusammen mit dem eingefangenen negativen Elektron ein „Positronium-Atom" im Singulett-Zustand (antiparallele Spins) und zerfällt unter Bildung zweier Quanten nach einer Zeit von 10^{-10} sec. Im zweiten, viel selteneren Fall befindet sich dieses „Atom" im Triplett-Zustand (parallele Spins) und zerfällt erst nach 10^{-7} sec unter Bildung dreier Quanten. Neuerdings hat M. Deutsch (Cambridge) Versuche veröffentlicht, welche die Positronium-Hypothese zu bestätigen scheinen[3]).

[2]) Siehe Fußnote [1]).

[3]) Phys. Rev. 82 (1951), S. 455.

Leitungen in der Zentimeterwellentechnik

Von Dr. Hans Severin

In dem vorhergehenden Aufsatz in Nr. 3 der ELEKTRONIK wurden fortschreitende Wellen auf Doppelleitungen behandelt, zwei wichtige Kenngrößen, Wellenwiderstand $\mathfrak{Z}$ und Ausbreitungskonstante γ, erläutert sowie für zwei Spezialfälle, nämlich für die koaxiale Leitung (Kabel) und für die Paralleldrahtleitung (Lechersystem), die Abhängigkeit des Wellenwiderstandes von den geometrischen Abmessungen angegeben. Es wurde gezeigt, daß sich fortschreitende Wellen bei Abschluß der Leitung mit ihrem Wellenwiderstand realisieren lassen.

2. Stehende Wellen auf Doppelleitungen

Wir wollen uns im folgenden Abschnitt mit der Frage beschäftigen, wie sich die verlustfrei angenommene Doppelleitung verhält, wenn man sie nicht mit ihrem Wellenwiderstand, sondern mit einer beliebigen Impedanz abschließt. Die Doppelleitung kann dann offenbar nicht als unendlich lang angesehen werden; im Abschlußwiderstand wird nicht mehr die gesamte Hf-Energie aufgebraucht, sondern am Leitungsende tritt eine teilweise oder völlige Reflexion auf, wodurch stehende Wellen gebildet werden. Die genaue Kenntnis dieser Vorgänge ist Voraussetzung für die Behandlung aller Anpassungsfragen.

Wir wollen zunächst die beiden einfachsten Grenzfälle einer am Ende kurzgeschlossenen bzw. offenen Leitung näher untersuchen. Im Kurzschlußfall ist am Leitungsende die Spannung Null, während an einem offenen Ende kein Strom fließen kann. Diesen Forderungen wird man gerecht, indem man der fortschreitenden „Spannungs"- bzw. „Stromwelle" eine reflektierte Welle gleicher Amplitude gegenphasig überlagert. Damit wird im Kurzschlußfall der Wert des Stromes, im Leerlauf der Wert der Spannung am Leitungsende doppelt so groß wie die Amplitude der ursprünglichen fortschreitenden Welle.

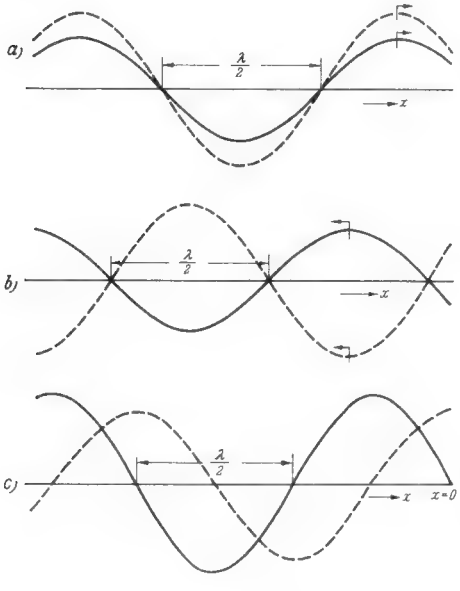


Bild 1.
a) Momentaufnahme einer nach positiven x fortschreitenden Welle

b) bei x=0 vollkommene Reflexion

c) Die Summe von ankommender und reflektierter Welle ist eine stehende Welle mit Knoten und Bäuchen in Abständen von λ/4.

Bei Kurzschluß in x=0 bedeutet die ausgezogene Kurve die „Spannungsweile", die gestrichelte die „Stromwelle", bei offenem Ende in x=0 ist die Zuordnung umgekehrt

Um nach diesem qualitativen Überblick zu einer quantitativen Fassung zu kommen, betrachten wir eine Doppelleitung, die sich von $x = -\infty$ bis $x = 0$ erstreckt und die bei $x = 0$ wahlweise kurzgeschlossen oder offen ist. Der Hf-Generator befindet sich bei großen negativen x-Werten und liefert eine nach $+x$ fortschreitende Welle. Nach dem vorstehend Gesagten müssen wir im Kurzschlußfall von der Spannung ausgehen und der ankommenden Welle $U_a = U_0 \sin \omega \left(t - \frac{x}{v}\right)$ die bei $x = 0$ reflektierte Welle $U_r = -U_0 \sin \omega \left(t + \frac{x}{v}\right)$ überlagern, womit die Gesamtspannung längs der Leitung

$$U = U_a + U_r = -2\,U_0 \cos \omega t \cdot \sin \frac{\omega x}{v}, \quad x < 0$$

ist, und das ist der Ausdruck für eine rein stehende Welle. Wegen $\omega \cdot x/v = 2\pi x/\lambda$ ist in allen Punkten mit $x/\lambda = \frac{n}{2}$ (n ganzzahlig) die Spannung Null. Diese *Spannungsknoten*, deren erster bei $x = 0$ liegt, haben also voneinander den Abstand einer halben Wellenlänge. In der Mitte zwischen ihnen, an den Punkten $\frac{x}{\lambda} = \frac{(2n+1)}{4}$, hat die Spannung ein Maximum. Der erste derartige *Spannungsbauch* liegt im Abstand einer viertel Wellenlänge vom kurzgeschlossenen Ende. Zu den fortschreitenden Spannungswellen U_a und U_r gehören die fortschreitenden Stromwellen

$$I_a = \frac{U_a}{Z}, \; I_r = -\frac{U_r}{Z}.$$

Daraus ergibt sich für den Gesamtstrom

$$I = I_a + I_r = 2\,\frac{U_0}{Z} \sin \omega t \cos \frac{\omega x}{v},$$

also ebenfalls eine stehende Welle, die gegen U längs der ganzen Leitung eine *räumliche* Phasenverschiebung von 90° aufweist: am Ort der Spannungsknoten liegen Strombäuche, und mit den Spannungsbäuchen fallen Stromknoten zusammen *(Bild 1)*. Ferner besteht zwischen den Augenblickswerten von U und I eine *zeitliche* Phasendifferenz; und zwar bleibt für $|x| < \lambda/4$, solange also das Vor-

zeichen von $\cos \frac{\omega x}{v}$ nicht wechselt, wegen $\sin \omega t = \cos (\omega t - \pi/2)$ der Strom um 90° hinter der Spannung zurück. Am Punkt $|x| = \lambda/4$ springt die Phase um 180° und bis $|x| = \lambda/2$ eilt der Strom in jedem Punkt der Spannung um 90° voraus. Die Eingangsimpedanz einer am Ende kurzgeschlossenen Doppelleitung der Länge l ist also stets rein imaginär. Sie ist das Verhältnis U/I an der Stelle $x = -l$

$$\frac{\mathfrak{R}_E^K}{Z} = i\,\mathrm{tg}\,\frac{2\pi l}{\lambda}.$$

Ist $2\pi l \ll \lambda$, so kann man den Tangens durch den Winkel ersetzen und erhält

$$\mathfrak{R}_E^K \approx iZ\,2\pi\,l/\lambda = i\sqrt{\frac{L}{C}}\,\omega l\,\sqrt{LC} = i\omega Ll,$$

d. h. ein hinreichend kurzes Stück einer kurzgeschlossenen Doppelleitung wirkt wie die Induktivität Ll. Für größere l-Werte nimmt der Eingangswiderstand $\mathfrak{R}_E^K$ nach der Tangensfunktion, also schneller als linear, zu; er ist in jedem Fall ein reiner Blindwiderstand und hat für $l < \lambda/4$ induktiven Charakter. Für $l = \lambda/4$ wird $\mathfrak{R}_E^K$ unendlich groß, was nach dem oben Gesagten verständlich ist, weil dann am Eingang der kurzgeschlossenen Doppelleitung ein Spannungsbauch und ein Stromknoten erscheinen. Liegt die Länge des Leitungsstückes zwischen $\lambda/4$ und $\lambda/2$, so ist der Blindwiderstand negativ, d. h. ein solches Leitungsstück verhält sich wie eine Kapazität.

Wir wenden uns nur kurz dem Fall der bei $x = 0$ offenen Doppelleitung zu. Wie schon angedeutet, muß man in diesem Fall von der Stromwelle ausgehen und diese durch Überlagerung einer gegenläufigen Welle bei $x = 0$ in jedem Zeitmoment t zu Null machen. Der Gedankengang und der mathematische Formalismus bleiben genau derselbe wie oben, man hat nur die Begriffe Strom und Spannung zu vertauschen. Das bedeutet, daß das Bild der stehenden Wellen von Strom und Spannung nur eine viertel Wellenlänge gegen das bei der kurzgeschlossenen Leitung verschoben ist. Für die Eingangsimpedanz einer am Ende offenen Doppelleitung der Länge l muß sich der reziproke Wert des Kurzschlußfalles ergeben.

$$\frac{\mathfrak{R}_E^L}{Z} = -i\,\mathrm{ctg}\,\frac{2\pi l}{\lambda}.$$

Für ein kurzes, offenes Leitungsstück ($2\pi l \ll \lambda$) folgt daraus

$$\mathfrak{R}_E^L = -\frac{iZ}{\mathrm{tg}\,\frac{2\pi l}{\lambda}} \approx -i\sqrt{\frac{L}{C}}\cdot\frac{1}{\omega l\,\sqrt{LC}} = \frac{1}{i\omega Cl},$$

d. h. es stellt eine Kapazität der Größe Cl dar. Auch für beliebige Werte von l ist $\mathfrak{R}_E^L$ wieder ein reiner Blindwiderstand und zwar für $l < \lambda/4$ mit kapazitivem Charakter und für $\lambda/4 < l < \lambda/2$ eine Induktivität. Wenn die Länge l eine ungerade Anzahl von $\lambda/4$ ist, so wird $\mathfrak{R}_E^L = 0$, wie nicht anders zu erwarten, weil dann am Eingang der offenen Doppelleitung ein Spannungsknoten und ein Strombauch liegen. Für eine Länge $l = n \cdot \lambda/2$, n ganzzahlig, wird $\mathfrak{R}_E^L$ unendlich groß wegen des am Eingang auftretenden Stromknotens.

Multipliziert man die Eingangsimpedanz einer Doppelleitung im Kurzschlußfall $\mathfrak{R}_E^K$ mit der im Leerlauf $\mathfrak{R}_E^L$, so ergibt sich für beliebige Längen l die sehr bemerkenswerte Beziehung

$$\mathfrak{R}_E^K\,\mathfrak{R}_E^L = Z^2.$$

Der Wellenwiderstand ist also gleich dem geometrischen Mittel aus $\mathfrak{R}_E^K$ und $\mathfrak{R}_E^L$ und kann daher durch Messung der beiden Eingangsimpedanzen bestimmt werden.

Nach Behandlung dieser beiden wichtigen Spezialfälle, in denen sich auf der Leitung reine stehende Wellen ausbilden, wenden wir uns nunmehr dem allgemeinen Fall zu, bei dem die Leitung mit einer beliebigen Impedanz abgeschlossen ist. Wir erwarten dann eine Überlagerung von fortschreitenden und stehenden Wellen auf der Leitung. Diese Vorgänge sind in ihrer mathematischen Formulierung schon reichlich undurchsichtig, und wir beschränken uns auf einen qualitativen Überblick mit Hilfe der *Zeigerdarstellung*, die wir zunächst an Hand der beiden eben besprochenen Spezialfälle erläutern wollen. Sämtliche Figuren in *Bild 2* beziehen sich auf einen Augenblickswert $t = t_0$. Am kurzgeschlossenen Ende der Leitung ist dem Spannungszeiger der ankommenden Welle ein entgegengesetzter gleicher Größe, der die reflektierte Welle vertritt, hinzuzufügen *(Bild 2a)*. Entfernt

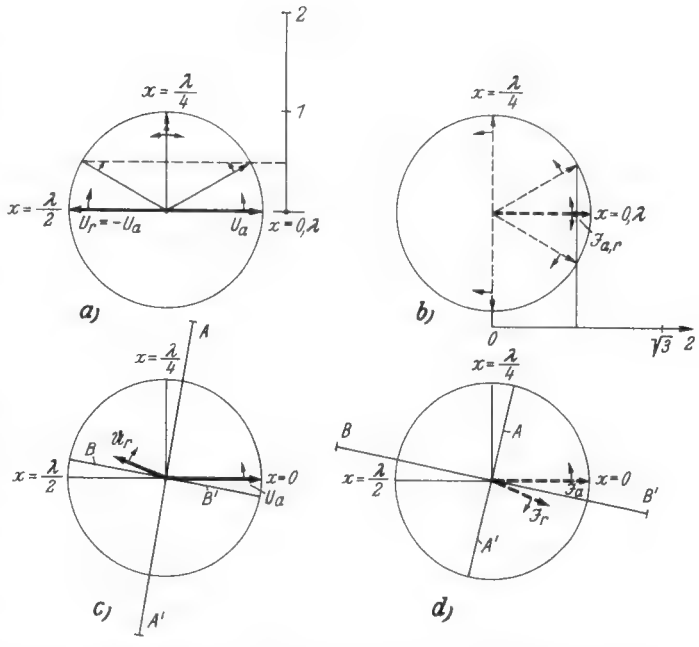


Bild 2. Zeigerdiagramme für Spannung (a, c) und Strom (b, d) längs einer Doppelleitung, die am Ende kurzgeschlossen (a, b) bzw. mit einem beliebigen Widerstand $\mathfrak{R}_A$ abgeschlossen ist

man sich vom Ende der Leitung, so ist dies gleichbedeutend mit einem gegensinnigen Rotieren der beiden Zeiger (entsprechend der entgegengesetzten Ausbreitungsrichtung von ankommender und reflektierter Welle) und zwar derart, daß bei $|x| = \lambda$ jeder Zeiger eine volle Umdrehung ausgeführt hat und damit die Ausgangsstellung wieder erreicht wird. In $|x| = \lambda/4$ hat die Gesamtspannung ihr Maximum $2U_a$, bei $|x| = \lambda/2$ wird sie Null. Der Endpunkt des Zeigers für die Gesamtspannung bewegt sich nach $\sin 2\pi x/\lambda$ auf der vertikalen Symmetrielinie der beiden einzelnen Spannungszeiger. — Das Diagramm für den Strom *(Bild 2b)* zeigt einen Strombauch ($2\,I_a$) bei $x = 0$ und einen Stromknoten für $|x| = \lambda/4$. Der Endpunkt des Zeigers für den Gesamtstrom bewegt sich wie $\cos 2\pi x/\lambda$ längs der horizontalen Symmetrielinie; das bedeutet eine örtliche Phasenverschiebung von Strom und Spannung um 90° im Bild der stehenden Wellen. — Im Leerlauf gelten wieder dieselben Diagramme, wenn man die Zuordnung der Zeiger zu Strom und Spannung vertauscht.

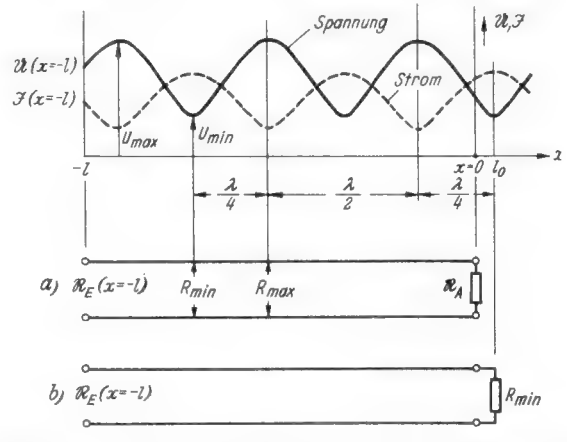


Bild 3. Strom- und Spannungsverteilung längs einer mit $\mathfrak{R}_A$ abgeschlossenen Leitung der Länge l (a). Dasselbe Bild erhält man für eine mit dem rein ohmschen Widerstand R_{min} abgeschlossene Leitung der Länge $l + l_0$

Bei Abschluß der Leitung mit einer beliebigen komplexen Impedanz $\mathfrak{R}_A$ in $x = 0$ werden Amplitude und Phase der reflektierten Spannungswelle durch $\mathfrak{R}_A$ bestimmt *(Bild 2c)*. Entfernt man sich vom Ende der Leitung, so rotieren beide Spannungszeiger mit derselben Geschwindigkeit wie oben, und man erkennt, daß die Spannungsmaxima auf der Winkelhalbierenden AA', die Spannungsminima auf der dazu senkrechten Geraden BB' liegen. Ferner sieht man, daß das erste Spannungsmaximum nicht mehr genau den Abstand $\lambda/4$ vom Leitungsende hat und daß seine Lage nur von der Phase der reflektierten Welle bei $x = 0$ abhängt. Der Endpunkt des

Zeigers für die Gesamtspannung bewegt sich jetzt auf einer Ellipse mit den Achsen AA′ und BB′, so daß es also keine Nullstellen (Spannungsknoten) mehr gibt. — Die reflektierte Stromwelle ist um 180° gegen die reflektierte Spannung phasenverschoben, wodurch die Strommaxima auf BB′ und die Stromminima auf AA′ zu liegen kommen. Das bedeutet, daß längs der Leitung Spannungsmaxima mit Stromminima und Spannungsminima mit Strommaxima zusammenfallen. *Bild 3* zeigt Spannungs- und Stromverlauf für das bei der Zeigerdarstellung gewählte Beispiel. Die Stellen der Leitung, an denen die stehenden Wellen Extrema erreichen, also alle $\lambda/4$, heißen die *ohmschen Punkte*. *Bild 2c* und *d* entnimmt man, daß längs AA′ und BB′ Strom und Spannung in Phase sind, so daß der Eingangswiderstand rein ohmisch wird:

$$R_{max} = \frac{U_{max}}{I_{min}}, \; R_{min} = \frac{U_{min}}{I_{max}}.$$

Dies hat eine wichtige Konsequenz: Die Vorgänge auf der mit einem beliebigen komplexen Widerstand $\mathfrak{R}_A$ abgeschlossenen Leitung sind die gleichen wie auf einer etwas längeren Leitung, die mit einem geeigneten reellen Widerstand abgeschlossen ist (siehe *Bild 3*). Demnach kann man sich die exakte Behandlung der Leitungsvorgänge wesentlich erleichtern, indem man sich auf den Fall einer mit rein ohmschem Widerstand abgeschlossenen Leitung beschränkt.

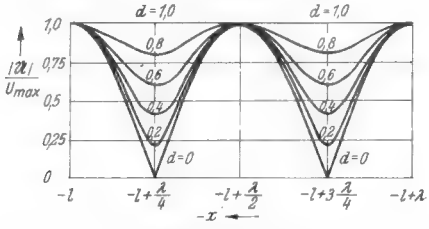


Bild 4. Absolutwert der Spannung längs einer Leitung bei verschiedenem Anpassungsmaß d

Da am Abschlußwiderstand $\mathfrak{R}_A$ von der ankommenden Spannung U_a der Bruchteil $\mathfrak{U}_r = \mathfrak{r}\, U_a$ reflektiert wird, so lassen sich die Eigenschaften von $\mathfrak{R}_A$ auch durch den im allgemeinen komplexen *Reflexionsfaktor* $\mathfrak{r}$ ausdrücken, ein Zusammenhang, der vor allem für die Meßtechnik von Bedeutung ist. Am Leitungsende gilt

$$\mathfrak{R}_A = \frac{\mathfrak{U}_A}{I_A} = \frac{U_a + \mathfrak{U}_r}{I_a + I_r} = Z\,\frac{U_a + \mathfrak{r}U_a}{U_a - \mathfrak{r}U_a} = Z\,\frac{1+\mathfrak{r}}{1-\mathfrak{r}},$$

woraus man

$$\mathfrak{r} = \frac{\mathfrak{R}_A - Z}{\mathfrak{R}_A + Z}$$

erhält. Der Reflexionsfaktor wird also um so größer, je mehr der Abschlußwiderstand $\mathfrak{R}_A$ vom Wellenwiderstand Z der Leitung abweicht.

Neben dem Reflexionsfaktor hat sich in der Meßtechnik noch eine andere Größe eingebürgert, die die Welligkeit auf der Leitung charakterisiert und die man auch als *Anpassungsmaß* bezeichnet:

$$d = \frac{U_{min}}{U_{max}} = \frac{I_{min}}{I_{max}} = \frac{1-\mathfrak{r}}{1+\mathfrak{r}}.$$

Zur Erläuterung sei noch vermerkt, daß im Kurzschlußfall mit $\mathfrak{R}_A = 0$, $\mathfrak{r} = -1$ und $d = 0$ wird, im Leerlauffall mit $\mathfrak{R}_A = \infty$, $\mathfrak{r} = 1$ und $d = 0$ ist und bei Anpassung mit $\mathfrak{R}_A = Z$, $\mathfrak{r} = 0$ und $d = 1$ ist. Aus *Bild 4* erkennt man deutlich, wie die Strom- bzw. Spannungsverteilung auf der Leitung durch das Anpassungsmaß d beherrscht wird, das nur vom Abschlußwiderstand $\mathfrak{R}_A$ abhängt und Werte zwischen 0 und 1 annimmt. Da ferner

$$U_{max} = Z\,I_{max}, \; U_{min} = Z\,I_{min},$$

so ergibt sich durch Kombination mit den obigen Werten für R_{max} und R_{min}

$$d = \frac{R_{min}}{Z} = \frac{Z}{R_{max}}, \qquad \text{bzw.} \qquad R_{min}\,R_{max} = Z^2$$

und damit neben dem Kurzschluß- und Leerlaufversuch eine weitere Bestimmungsmethode für Z.

Den Unterschied zwischen einer mit ihrem Wellenwiderstand bzw. mit einem beliebigen Widerstand $\mathfrak{R}_A$ abgeschlossenen Doppelleitung haben wir nun ausführlich behandelt. Im ersten Fall sind Strom und Spannung längs der gesamten Leitung in Phase, und die Energie wird, da bisher nur von der verlustlosen Leitung die Rede war, ohne Dämpfungsverluste übertragen, um schließlich in dem das System abschließenden rein ohmschen Widerstand Z ganz in Wärme umgesetzt zu werden. Im Kurzschluß- und Leerlauffall haben Strom und Spannung überall eine Phasenverschiebung von 90° gegeneinander, und es wird überhaupt keine Wirkleistung übertragen. Bei Abschluß der Leitung mit einem beliebigen Widerstand hat man ein Gemisch von fortschreitenden und stehenden Wellen, so daß sich die elektrische Gesamtleistung aus Wirk- und Blindanteil zusammensetzt.

Als wichtigstes Ergebnis dieses allgemeinen Falles wollen wir festhalten: *Alle Leitungseigenschaften wiederholen sich periodisch mit einer halben Wellenlänge.* Hinsichtlich der Anwendung von Doppelleitungen, auf die wir im nächsten Abschnitt eingehen wollen, kann schon soviel gesagt werden, daß solche mit fortschreitenden Wellen für den Transport elektromagnetischer Energie, solche mit stehenden Wellen für Schaltelemente, insbesondere als Schwingkreise, verwendet werden.

Bei dieser Gelegenheit weisen wir darauf hin, daß in der ersten Arbeit des Verfassers in ELEKTRONIK 1952, Nr. 3, Seite 22, Bild 4, durch ein Versehen die ε-Werte fortgelassen wurden. Die oberste Kurve gilt für $\varepsilon = 1$, die mittlere für $\varepsilon = 4$ und die untere für $\varepsilon = 25$.

Die Endstufe für die Vertikalablenkung im Fernsehempfänger

Von Dr. D. Hopf

Damit die Zeilen eines Fernsehbildes stets genau gleichen Abstand voneinander haben, muß durch die Ablenkspulen für die Vertikalablenkung ein genau sägezahnförmiger Strom fließen. Abweichungen von der Linearität bewirken engeren oder weiteren Zeilenabstand an den verschiedenen Stellen des Bildes. Die Primärinduktivität des Bildtransformators verursacht aber einen parabelförmig verlaufenden Strom, selbst wenn die Gitterspannung linear ansteigt. Im ersten Teil dieser Arbeit wird das Zustandekommen des parabelförmigen Stromverlaufes mathematisch bewiesen, und die notwendigen Korrekturen zur Linearisierung werden berechnet. Der zweite Teil gibt mittels praktischer Schaltbeispiele an, wie diese Korrekturen durch frequenzabhängige Gegenkopplungen an der Endstufe durchgeführt werden.

Verlauf des Anodenstromes der Endröhre

Die Vertikalablenkung im Fernsehempfänger erfolgt mit der Frequenz 50 Hz. Hierbei ist während des Hinlaufes der Wirkwiderstand der Ablenkspulen für den Stromverlauf maßgebend, während die Induktivität nur für die Abschätzung von Korrekturen und der Spitzenspannung während des Rücklaufes berücksichtigt zu werden braucht. Dies wird deutlich, wenn man die Zeitkonstante üblicher Ablenkspulen mit der Periodendauer vergleicht. So besitzen z. B. im Philips-Ablenkspulensatz AT 1000/01 für die Rechteckbildröhre MW 36-22 die Spulen für die Vertikalablenkung eine Induktivität $L_{sp} = 7{,}7$ mH und einen Widerstand $R_{sp} = 9{,}8\ \Omega$. Damit erhält man eine Zeitkonstante

$$T_{sp} = \frac{0{,}0077}{9{,}8} = 0{,}0008 \text{ sec},$$

während die Periodendauer der Vertikalablenkung

$$T = \frac{1}{50} = 0{,}02 \text{ sec},$$

also 25mal so lang ist. Man könnte demnach den Widerstand der Ablenkspulen über einen Ausgangstransformator in bekannter Weise an die Endröhre anpassen, wenn die Primärinduktivität sehr groß wäre. Dies würde aber zu sehr großen Abmessungen des Transformators führen. Man arbeitet deshalb mit einer kleineren Primärinduktivität, die man nun in die Berechnungen einbeziehen muß. Dabei stellt sich heraus, daß gleichzeitig eine Stromeinsparung in der Endröhre möglich ist, so daß man im allgemeinen mit einer Endröhre kleiner Leistung, z. B. dem Pentodensystem der ECL 80 auskommt.

Wir legen unseren Betrachtungen die Schaltung nach *Bild 1a* bzw. deren Ersatzbild *1b* zugrunde. Durch die Ablenkspulen soll ein sägezahnförmiger Strom fließen, wie *Bild 2* zeigt. Wir beziehen die Zeit auf die Periodendauer T und vernachlässigen zunächst die Rücklaufzeit. Dann hat der Strom durch die Ablenkspulen den Verlauf $i_s = I_s \cdot \frac{t}{T}$. Da wir für den Hinlauf nur den ohmschen Widerstand der Spulen in Betracht zu ziehen brauchen, ist $u_s = I_s \cdot R_s \cdot \frac{t}{T}$. An der Primärseite des Transformators erhalten wir den Spannungsverlauf

$$u_p = \ddot{u} \cdot I_s \cdot R_s \cdot \frac{t}{T} \qquad (1)$$

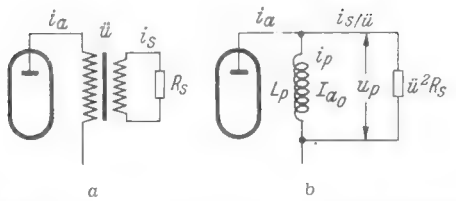


Bild 1. a) Anodenkreis einer Vertikalablenkendstufe b) Ersatzbild der Schaltung a)

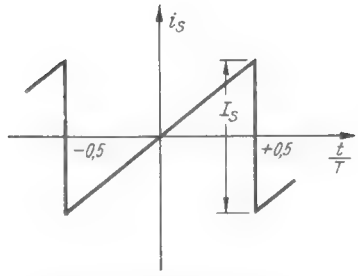
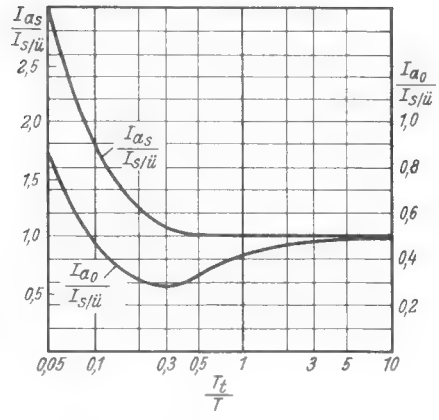


Bild 2. Stromverlauf in den Vertikalablenkspulen



Rechts: Bild 3. Mittlerer Anodenstrom und Anodenspitzenstrom in Abhängigkeit von der Zeitkonstanten des Anodenkreises

Diese sägezahnförmige Spannung liegt an der Primärinduktivität. Eine linear ansteigende Spannung an einer Induktivität hat einen parabelförmig verlaufenden Strom durch diese zur Folge, denn $i_p = \int \frac{u_p}{L}\,dt$, woraus sich

$$i_p = \frac{1}{L} \cdot \int ü\, I_s\, R_s \cdot \frac{t}{T}\, dt$$

$$= \frac{1}{2}\, I_s \cdot \frac{ü \cdot R_s}{L} \cdot \frac{t^2}{T} + C$$

ergibt. Als Zeitkonstante des Transformators führen wir die Größe $T_t = \frac{L_p}{ü^2\, R_s}$ ein, so daß $i_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t} \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^2 + C$ wird.

Da wir zunächst einen reinen Wechselstromvorgang betrachten wollen, erhalten wir die Konstante C aus der Bedingung, daß der Strommittelwert Null sein soll: $C = -\frac{1}{24} \cdot \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t}$

$$i_p = \frac{1}{2}\frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t} \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^2 - \frac{1}{24} \cdot \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t}$$

Der von der Endröhre zu liefernde Anodenstrom i_a muß demnach außer dem sägezahnförmigen Strom $\frac{i_s}{ü}$ noch den parabelförmigen Strom i_p, der durch die Primärinduktivität fließt, liefern. Außerdem fließt ein zusätzlicher Anodengleichstrom I_{ao}, da ja i_a zu keiner Zeit negativ werden kann. Es ist also

$$i_a = \frac{i_s}{ü} + i_p + I_{ao}$$

$$i_a = \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{t}{T} + \frac{1}{2}\frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t} \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^2 - \frac{1}{24} \cdot \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t} + I_{ao} \qquad (2)$$

Den Anodengleichstrom I_{ao} ermitteln wir aus der Bedingung, daß der kleinste Wert von i_a gerade Null sein soll.

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{T}{T_t} \cdot \frac{t}{T^2} + \frac{I_s}{ü} \cdot \frac{1}{T} = 0$$

Der Minimalwert von i_a tritt demnach zum Zeitpunkt $\frac{t}{T} = -\frac{T_t}{T}$ auf. Wir setzen $\frac{t}{T} = -\frac{T_t}{T}$ in 2) ein und $i_a = 0$ und erhalten so

$$I_{ao} = \frac{I_s}{ü}\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{T_t}{T} + \frac{1}{24} \cdot \frac{T}{T_t}\right) \qquad (3)$$

Setzen wir 3) in 2) ein, so wird

$$i_a = \frac{I_s}{ü}\left[\underbrace{\frac{t}{T}}_{\text{Sägezahn}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{T}{T_t} \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^2 - \frac{1}{24} \cdot \frac{T}{T_t}}_{\text{Parabel}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{T_t}{T} + \frac{1}{24} \cdot \frac{T}{T_t}}_{I_{ao}}\right] \qquad (4)$$

Die Gleichungen 3) und 4) sind aber nur gültig, wenn $\frac{T_t}{T}$ nicht größer als 0,5 ist. Bei größeren Werten würde nämlich der Wert $i_a = 0$ noch weiter links als bei $\frac{t}{T} = -0{,}5$ liegen, so daß man einen unnötig großen Anodengleichstrom errechnen würde. Für alle Werte $\frac{T_t}{T} > 0{,}5$ muß man davon ausgehen, daß $i_a = 0$ bei $\frac{t}{T} = -0{,}5$ liegt, so daß man nun

$$I_{ao} = \frac{I_s}{ü}\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{12} \cdot \frac{T}{T_t}\right] \qquad (5)$$

und

$$i_a = \frac{I_s}{ü}\left[\underbrace{\frac{t}{T}}_{\text{Sägezahn}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{T}{T_t}\left(\frac{t}{T}\right)^2 - \frac{1}{24} \cdot \frac{T}{T_t}}_{\text{Parabel}} + \underbrace{\frac{1}{2} - \frac{1}{12} \cdot \frac{T}{T_t}}_{I_{ao}}\right] \qquad (6)$$

erhält. Die Gleichungen 5) und 6) sind nur für $\frac{T_t}{T} \geqq 0{,}5$ gültig.

Außer dem Anodenstromverlauf und dem Anodengleichstrom interessiert noch der Anodenspitzenstrom I_{as}. Er tritt bei $\frac{t}{T} = +0{,}5$ auf und ergibt sich damit aus den Gleichungen 4) und 6) zu

$$I_{as} = \frac{I_s}{ü}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{T_t}{T} + \frac{1}{8}\frac{T}{T_t}\right) \qquad (7)$$

für $\frac{T_t}{T} \leqq 0{,}5$ und zu

$$I_{as} = \frac{I_s}{ü} \qquad (8)$$

für $\frac{T_t}{T} \geqq 0{,}5$.

Vereinfacht man noch die Gleichungen 4) und 6), so erhält man die folgenden, für den Anodenstromverlauf wichtigen Gleichungen:

$\frac{T_t}{T} \leq 0{,}5$	
$i_a = \frac{I_s}{ü}\left[\frac{t}{T} + \frac{1}{2}\frac{T}{T_t}\left(\frac{t}{T}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{T_t}{T}\right]$	(4a)
$I_{ao} = \frac{1}{2}\frac{I_s}{ü}\left[\frac{T_t}{T} + \frac{1}{12}\frac{T}{T_t}\right]$	(3)
$I_{as} = \frac{1}{2}\frac{I_s}{ü}\left[1 + \frac{T_t}{T} + \frac{1}{4}\frac{T}{T_t}\right]$	(7)
$\frac{T_t}{T} \geq 0{,}5$	
$i_a = \frac{I_s}{ü}\left[\frac{t}{T} + \frac{1}{2}\frac{T}{T_t}\left(\frac{t}{T}\right)^2 + \frac{1}{2} - \frac{1}{8}\frac{T}{T_t}\right]$	(6a)
$I_{ao} = \frac{1}{2}\frac{I_s}{ü}\left[1 - \frac{1}{6}\frac{T}{T_t}\right]$	(5)
$I_{as} = \frac{I_s}{ü}$	(8)

Die Größen des Anodengleichstroms I_{ao} und des Anodenspitzenstroms I_{as} sind in *Bild 3* in Abhängigkeit von $\frac{T_t}{T}$ dargestellt (Gleichungen 3), 5), 7), 8)). Außerdem zeigt *Bild 4* den Verlauf des Anodenstroms i_a für verschiedene Werte von $\frac{T_t}{T}$ (Gleichungen 4a) und 6a)). In *Bild 5* ist dargestellt, wie sich bei $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ der Anodenstrom i_a (Kurve 4) aus dem sägezahnförmigen Anteil (Gerade 2), dem parabelförmigen Anteil (Kurve 1) und dem Anodengleichstrom (Gerade 3) zusammensetzt. Zum Vergleich sind gestrichelt der Verlauf von i_a und der Anodengleichstrom eingezeichnet, wenn L_p unendlich groß ist, der Anodenstrom also rein sägezahnförmig verläuft. Alle

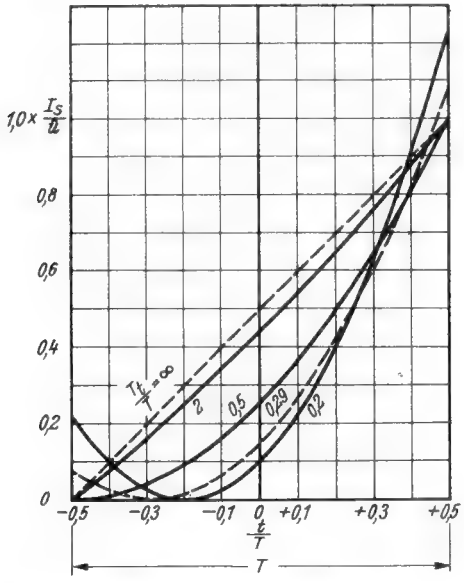


Bild 4. Zeitlicher Verlauf des Anodenstromes für verschiedene Zeitkonstanten des Anodenkreises

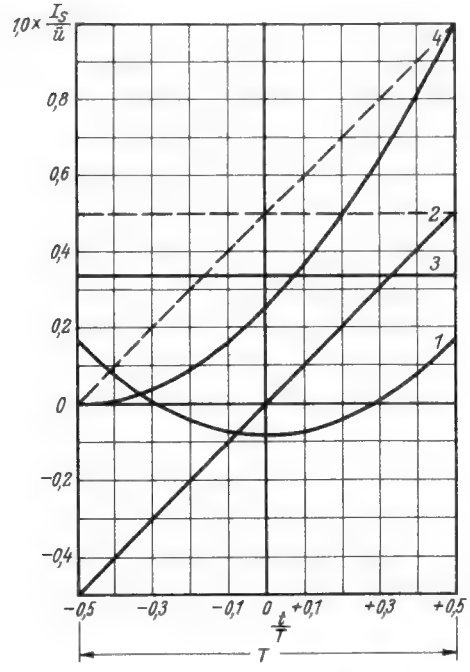
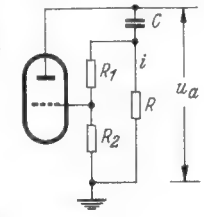


Bild 6. Gegenkopplungsschaltung zur Erzeugung des parabelförmigen Anodenstromanteils



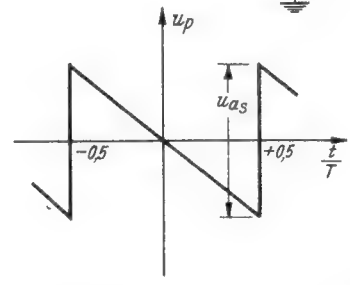


Bild 7. Zeitlicher Verlauf der Sägezahnspannung an der Anode

Links: Bild 5. Zusammensetzung des Anodenstromes (4) aus parabelförmigem Strom (1), Sägezahnstrom (2) und Gleichstrom (3)

Ströme sind auf die Einheit $\frac{I_s}{ü}$ bezogen, um die Kurven universell anwenden zu können.

An Hand der Bilder 3, 4 und 5 können einige wesentliche Feststellungen gemacht werden: Es ist nutzlos, die Primärinduktivität größer zu machen als es für $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ notwendig ist. Gegenüber rein sägezahnförmigem Anodenstrom $\left(\frac{T_t}{T} = \infty\right)$ ist eine beträchtliche Stromeinsparung möglich. Bei $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ beträgt sie 33 %, bei $\frac{T_t}{T} = 0{,}29$ beträgt sie 42 %. Der Anodenspitzenstrom steigt erst an, wenn $\frac{T_t}{T}$ kleiner als 0,5 wird. Bei $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ ist das Anodenstrom-Minimum gerade an den Anfang des Hinlaufs gerückt. Das ist vorteilhaft, da dann die Röhre während des Rücklaufs, ohne Komplikationen befürchten zu müssen, gesperrt werden kann. Wenn ein besonders kleiner Anodenstromverbrauch erforderlich ist, wählt man $\frac{T_t}{T} = 0{,}29$. Ein kleinerer Wert ist unzweckmäßig, da dann sowohl I_{ao} als auch I_{as} ansteigen. Bei $\frac{T_t}{T} = 0{,}29$ liegt aber das Anodenstrom-Minimum nicht mehr am Anfang des Hinlaufs, sondern, wie Bild 4 zeigt, bei $\frac{t}{T} = -0{,}29$. Der Anodenstromverlauf läßt nun nicht mehr die Sperrung der Röhre beim Rücklauf zu, so daß die Gefahr einer Verlängerung der Rücklaufzeit besteht. Außerdem darf man den Anodenstrom auch bei $\frac{t}{T} = -0{,}29$ nicht ganz auf Null absinken lassen, da sonst leicht Aus- und Einschwingvorgänge stattfinden, die zu störenden waagerechten Streifen bei etwa zwei Drittel der Bildhöhe führen. Am günstigsten ist es demnach, $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ zu wählen. Hierbei erhält man

$$i_a = \frac{I_s}{ü}\left[\underset{\text{Sägezahn}}{\frac{t}{T}} + \underbrace{\left(\frac{t}{T}\right)^2 - \frac{1}{12}}_{\text{Parabel}} + \underset{I_{ao}}{\frac{1}{3}}\right] = \frac{I_s}{ü}\left[\frac{t}{T} + \left(\frac{t}{T}\right)^2 + \frac{1}{4}\right] \qquad (9)$$

$$I_{ao} = \frac{1}{3}\,\frac{I_s}{ü} \qquad (10)$$

$$I_{as} = \frac{I_s}{ü} \qquad (11)$$

Der Berechnungsgang soll nun an zwei Beispielen gezeigt werden.

Berechnung einer Ablenkstufe mit der ECL 80

Zunächst betrachten wir eine Röhre mit kleiner Leistung, den Pentodenteil der ECL 80. Nach den Angaben des Röhrenherstellers soll mit Rücksicht auf Röhrenstreuung und Alterung bei $U_{g2} = 170$ V und $U_a = \min 50$ V ein Strom von $I_{as} = \max 26$ mA zugrundegelegt werden. Die Vertikalablenkspulen des Spulensatzes AT 1000/01 benötigen in Verbindung mit der Rechteck-Bildröhre MW 36-22 einen Strom $I_s = 0{,}75$ A. Wir wählen $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ und erhalten gemäß Formel 11)

$$\underline{ü} = \frac{I_s}{I_{as}} = \frac{750}{26} = \underline{29}$$

Der Widerstand der Ablenkspulen beträgt $R_{sp} = 9{,}8\ \Omega$. Dazu kommt noch der Widerstand der Sekundärwicklung, so daß wir $R_s = 12\ \Omega$ ansetzen können. Da $T = \frac{1}{50} = 0{,}02$ ist, wird $T_t = 0{,}01$. Aus $T_t = \frac{L_p}{ü^2 R_s}$ können wir nun die Primärinduktivität L_p ermitteln.

$$\underline{L_p} = T_t \cdot ü^2 \cdot R_s = 0{,}01 \cdot 29^2 \cdot 12 = \underline{100\ \text{H.}}$$

Der Anodengleichstrom ist gemäß Gleichung 10)

$$\underline{I_{ao}} = \frac{1}{3}\,\frac{I_s}{ü} = \frac{750}{3 \cdot 29} = \underline{9\ \text{mA.}}$$

In Anbetracht des kleinen Stromes kann der geforderte Wert von $L_p = 100$ H mit einem kleinen Kern, z. B. M 55 oder M 65, erreicht werden.

Bei $U_{g2} = 170$ V ist für $I_{ao} = 9$ mA eine Gittervorspannung $U_{g1} = -9$ V erforderlich. Der Schirmgitterstrom ist hierbei etwa 2 mA, so daß der Katodenwiderstand $R_k = \frac{U_{g1}}{I_a + I_{g2}} = \frac{9}{0{,}011} =$ 820 Ω wird. Er setzt sich zweckmäßig aus einem festen und einem regelbaren Teil zusammen. Die Schirmgitterbetriebsspannung muß $U_{bg2} = U_{g2} + U_{Rk} = 170 + 9 \approx 180$ V betragen.

Nun wird die erforderliche Anodenbetriebsspannung ermittelt. Wir betrachten hierzu die Summe der Spannungsabfälle beim größten Wert des Anodenstromes, also am Ende des Hinlaufs, bei $\frac{t}{T} = +0{,}5$. Nach Gleichung 1) ist

$$u_p = ü \cdot I_s \cdot R_s \cdot 0{,}5 = 29 \cdot 0{,}75 \cdot 12 \cdot 0{,}5 = 130\ \text{V.}$$

Wir wollen nun die Induktivität der Ablenkspulen nicht mehr vernachlässigen. Bei linearem Stromanstieg verursacht sie einen konstanten Spannungsabfall von

$$u_{Ls} = L_{sp} \cdot \frac{di}{dt} = L_{sp} \cdot \frac{I_s}{T},$$

der auf die Primärseite übersetzt wird.

$$u_L = \ddot{u} \cdot L_{sp} \cdot \frac{I_s}{T} \cdot \quad \text{Mit } L_{sp} = 7{,}7 \text{ mH erhält man}$$

$$u_L = 29 \cdot 0{,}0077 \cdot \frac{0{,}75}{0{,}02} = 9 \text{ V}.$$

Der Widerstand der Primärwicklung wird in Anbetracht des dünnen Drahtes etwa $R_p = 5$ kΩ betragen. Am Ende des Hinlaufs verursacht er einen Spannungsabfall von

$$u_{Rp} = R_p \cdot I_{as} = 5 \cdot 26 = 130 \text{ V}.$$

Die Anodenspannung soll nicht unter $U_{a_{min}} = 50$ V sinken, damit die Röhre nicht zu weit in das Übernahmegebiet gesteuert wird. Insgesamt ist eine Anodenbetriebsspannung $U_{ba} = u_p + u_L + u_{Rp} + U_{a_{min}}$ erforderlich. Mit den ermittelten Werten wird sie $U_{ba} = 130 + 9 + 130 + 9 + 50 = 328$ V. Diese Spannung ist viel größer als die im allgemeinen zur Verfügung stehende Betriebsspannung von 180 bis 190 V. Man kann aber, da der Stromverbrauch sehr klein ist, die fast immer in der Horizontalablenkendstufe zur Verfügung stehende erhöhte Betriebsspannung von etwa 400 bis 500 V ausnutzen. Es ist dann genügend Reserve für die zusätzliche Siebung vorhanden und $U_{a_{min}} = 50$ V wird mit Sicherheit nicht unterschritten.

Berechnung einer Ablenkstufe mit der PL 82

Als zweites Beispiel wollen wir einen Fall betrachten, in dem auch für die Anodenspeisung die normale Betriebsspannung von 180 bis 190 V ausreichen soll. Da wegen der niedrigeren Spannung der Strom entsprechend größer ist, wählen wir eine Endröhre mittlerer Leistung, und zwar die hierfür besonders geeignete PL 82. Nach den Vorschlägen der Röhrenhersteller soll man mit Rücksicht auf Streuung und Alterung bei $U_{g2} = 170$ V und $U_a = \min 50$ V mit einem Spitzenstrom $I_{as} = 90$ mA rechnen. Wir wählen wieder $\frac{T_t}{T} = 0{,}5$ und setzen $I_{as} = 85$ mA ein. Dann wird

$$\underline{\ddot{u}} = \frac{I_s}{I_{as}} = \frac{750}{85} \doteq \underline{9}.$$

Die Primärinduktivität wird

$$\underline{L_p} = T_t \cdot \ddot{u}^2 \cdot R_s = 0{,}01 \cdot 9^2 \cdot 12 = \underline{10 \text{ H}}.$$

Der Anodengleichstrom ist

$$\underline{I_{ao}} = \frac{1}{3}\frac{I_s}{\ddot{u}} = \frac{750}{3 \cdot 9} = \underline{28 \text{ mA}}.$$

Die Abmessungen des Transformators sind etwa dieselben wie im vorhergehenden Beispiel, denn die zu übertragende Leistung ist dieselbe, I_{ao} ist 3,1mal größer, aber L_p ist $3{,}1^2 = 10$mal kleiner.

Bei $U_{g2} = 170$ V benötigt man für $I_{ao} = 28$ mA eine Gittervorspannung $U_{gl} = -14$ V. Dabei ist der Schirmgitterstrom etwa $I_{g2} = 5$ mA, so daß $R_k = \frac{14}{0{,}033} = 420\ \Omega$ wird.

Die erforderliche Schirmgitterbetriebsspannung ist $U_{bg2} = 170 + 14 = 184$ V.

Wir bilden wieder die Summe der Spannungsabfälle im Anodenkreis.

$$u_p = \ddot{u} \cdot I_s \cdot R_s \cdot 0{,}5 = 9 \cdot 0{,}75 \cdot 12 \cdot 0{,}5 = 41 \text{ V}$$

$$u_L = \ddot{u} \cdot L \cdot \frac{I_s}{T} = 9 \cdot 0{,}0077 \cdot \frac{0{,}75}{0{,}02} = 3 \text{ V}$$

$$u_{Rk} = 14 \text{ V}$$

$$U_{a_{min}} = 50 \text{ V}$$

Die Summe ist 108 V. Wenn $U_{ba} = 184$ V sein soll, stehen für den Spannungsabfall am Widerstand der Primärwicklung noch $184 - 108 = 76$ V zur Verfügung. Mit $I_{as} = 85$ mA wird $R_p = \frac{76}{0{,}085} = 900\ \Omega$. Bei $L_p = 10$ H und $I_{ao} = 28$ mA ist es ohne Schwierigkeiten möglich, diesen Widerstandswert nicht zu überschreiten.

Erzeugung der zusätzlichen parabelförmigen Spannung

Die bisherigen Betrachtungen haben ergeben, daß der Anodenstrom einen parabelförmigen Anteil besitzen muß. Die von einem Sperrschwinger gelieferte Sägezahnspannung besitzt aber einen annähernd geradlinigen Verlauf. Man muß also dem Gitter eine zusätzliche parabelförmige Spannung zuführen. In gewissem Umfang kommt die Form der Kennlinie diesem Bedürfnis entgegen, jedoch nur im unteren, stärker gekrümmten Teil.

Durch eine einfache Gegenkopplungsschaltung läßt sich aber der benötigte Gitterspannungsverlauf leicht herstellen. In Bild 6 wird ein Teil der Anodenspannung über ein RC-Glied und einen ohmschen Spannungsteiler dem Gitter zugeführt. Würde man C sehr groß machen, so wäre die Gegenkopplung frequenzunabhängig. Durch passende Bemessung der Zeitkonstanten $T_g = RC$ kann man erreichen, daß die zurückgeführte Spannung einen parabelförmigen Anteil besitzt. Die Anodenwechselspannung besitzt den in Bild 7 dargestellten sägezahnförmigen Verlauf, der sich durch $u_a = -U_{as} \cdot \frac{t}{T}$ ausdrücken läßt. Andererseits ist die Spannung an der Serienschaltung von R und C:

$$u_a = i \cdot R + \frac{1}{C} \cdot \int i\,dt = -U_{as} \cdot \frac{t}{T}$$

Durch Differenzieren erhalten wir

$$R\frac{di}{dt} + \frac{i}{C} + \frac{U_{as}}{T} = 0$$

Die Lösung ergibt eine Gleichung der Form

$$i = k_1 + k_2 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Die Spannung an R ist dem Strom proportional. Entwickelt man $e^{-\frac{t}{RC}}$ in eine Reihe und bricht man nach dem quadratischen Glied ab, so erhält man

$$e^{-\frac{t}{RC}} = 1 - \frac{t}{RC} + \frac{t^2}{2\,(RC)^2} = 1 - \frac{T}{T_g}\cdot\frac{t}{T} + \frac{1}{2}\left(\frac{T}{T_g}\right)^2 \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^2$$

Das Verhältnis des linearen zum quadratischen Glied ist

$$\frac{\text{lin}}{\text{quad}} = \frac{\frac{T}{T_g}\cdot\frac{t}{T}}{\frac{1}{2}\left(\frac{T}{T_g}\right)^2 \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^2} = 2\frac{T_g}{t}$$

Im Anodenstromverlauf gemäß Gleichung 4a) oder 6a) ist das entsprechende Verhältnis

$$\frac{\text{lin}}{\text{quad}} = \frac{\frac{t}{T}}{\frac{1}{2}\frac{T}{T_t}\cdot\left(\frac{t}{T}\right)^2} = 2\frac{T_t}{t}$$

Wenn man $T_g = T_t$ macht, hat also die zurückgeführte Spannung gerade den richtigen parabelförmigen Anteil und man muß sie nur noch durch den Spannungsteiler R_1 R_2 entsprechend der Verstärkung herabsetzen. Wenn, wie in den Berechnungsbeispielen, $T_t = T_g = 0{,}01$ ist, kann man z. B. $C = 0{,}1\ \mu$F, $R = 100$ kΩ oder $C = 33$ nF, $R = 330$ kΩ wählen.

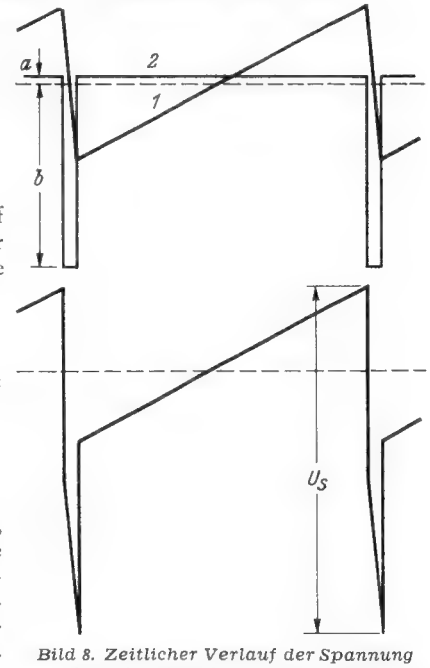


Bild 8. Zeitlicher Verlauf der Spannung an den Ablenkspulen. Oben: Durch den ohmschen Widerstand bedingte Sägezahnspannung und durch die Induktivität bedingte Rechteckspannung. Unten: Summe dieser beiden Spannungen.

Da die Impedanz des Gegenkopplungskreises groß gegen die der Belastung sein soll, ist in dem ersten Beispiel mit $\ddot{u}^2 R_s = 29^2 \cdot 12 = 10$ kΩ die Dimensionierung mit $R = 330$ kΩ, $C = 33$ nF besser, während im zweiten Beispiel ($\ddot{u}^2 R_s = 9^2 \cdot 12 = 1000\ \Omega$) eine niedrigere Impedanz genügt. Der Widerstand des Spannungsteilers $R_1 + R_2$ soll groß gegen R sein. Das Teilerverhältnis wird je nach der vom Sperrschwinger zur Verfügung gestellten Sägezahnspannung so eingestellt, daß die Gegenkopplung für die Grundfrequenz etwa 2- bis 3fach ist. Wenn man den Widerstand R regelbar macht, kann man den parabelförmigen Anteil und damit die Linearität der Ablenkung einstellen. Eine zusätzliche Einstellung im oberen Teil des Bildes ist durch den regelbaren Katodenwiderstand möglich, durch den der Stromverlauf im Gebiet der Krümmung des unteren Kennlinienteils verändert werden kann.

Röhren-Dokumente

Batterieröhren

Blatt 1

Die Batterieempfänger 1951/1952 waren, soweit sie nur für den Empfang von Mittel- und Langwellen bestimmt waren, mit den Miniaturröhren (Pico 7) DK 91, DF 91, DAF 91 und DL 92 bestückt. Die Koffergeräte mit wahlweisem Netzbetrieb, die sogenannten ABC-Empfänger, besaßen vielfach auch einen Kurzwellenteil. Die Mischheptode DK 91 war für KW-Empfang aber weniger geeignet. Man ersetzte sie in Geräten mit Kurzwellenteil durch die Rimlock-Mischoktode DK 40 (Pico 8), bei der die Oszillatorspannung nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ so groß zu sein braucht als bei der DK 91, und bei der die Mischsteilheit ca. 50 % höher ist. Außerdem beträgt die maximale Anodenspannung der DK 40 135 Volt gegenüber 90 Volt bei der DK 91, so daß der Empfänger für Netzbetrieb mit 110 Volt bemessen werden kann. Auch die Endröhre DL 92 hat einen Maximalwert der Anodenspannung von nur 90 Volt. Man ersetzte sie deshalb beim ABC-Empfänger durch die DL 41, welche mit Spannungen bis zu 150 Volt betrieben werden darf, und die bei einer Anodenspannung von 90 Volt noch eine um 30 % höhere Sprechleistung liefert als die DL 92. Bei 120 Volt war die Sprechleistung sogar über 100 % höher! Die Normalbestückung eines kombinierten Netz-Batterie-Koffers war also: DK 40, DF 91, DAF 91, DL 41.

Eine derartige gemischte Bestückung mit Rimlock- und Miniaturröhren (Pico 8 und Pico 7) war nicht schön. Es wurden deshalb neue Miniaturröhren (Pico 7) entwickelt, und zwar die Mischheptode DK 92 und die Endpentode DL 94, die zugleich eine Verbesserung der Geräte ergaben.

Die DK 92 ist eine Mischheptode, welche Kurzwellenempfang bis zu 10 m herab gestattet. Für die Neuentwicklung der DK 92 war vor allem der Wunsch maßgebend, die Durchstimmfähigkeit im Kurzwellenbereich zu verbessern. Der äquivalente Rauschwiderstand der DK 92 ist nur etwa halb so groß als bei der DK 91. Die DK 92 verbindet gute Kurzwelleneigenschaften mit niedrigem Stromverbrauch. Die notwendige Oszillatorspannung beträgt nur 4 Volt, bei langen Wellen kann man mit der Oszillatorspannung sogar bis zu 1 Volt heruntergehen! Bei Kurzwellenempfang ist der Bereich von 15 ... 50 m ohne Umschalter zu bestreichen. Man kann aber auch zwei KW-Bereiche einrichten, so daß ein KW-Empfang von 10 ... 90 m möglich ist. (Vergl. „Mischstufe für Kurzwellen-Batterie-Empfänger", FUNKSCHAU 1952, Heft 12, S. 219.)

Der Oszillator arbeitet im KW-Bereich am besten mit Serienspeisung (vor allem bei niedriger Betriebsspannung); man kann die Serienspeisung auch bei den langwelligen Bereichen beibehalten. Durch Einschalten einer kleinen Kapazität von 1,5 ... 2 pF zwischen g1 und g3 können die Ausstrahlungen des Oszillators, besonders im KW-Bereich, weitgehend unterdrückt und das „Mitziehen" der Oszillatorfrequenz sowie die Frequenzverwerfung vermindert werden. Die Zwischenfrequenz soll mindestens 450 kHz betragen.

Die in der Übersichtstabelle angegebenen Daten der DK 92 beziehen sich auf den Betrieb als Mischröhre mit Fremderregung. Bei Selbsterregung mit abgestimmtem Gitterkreis ist die Mischsteilheit um wenige Prozent niedriger. R_{g1} ist an + f anzuschließen.

Beim Ersatz der DK 40 durch die DK 92 war es naheliegend, auch die DL 41 durch eine gleichwertige Miniaturröhre (Pico 7) zu ersetzen. Diese Röhre, die DL 94, kann mit Spannungen bis zu 150 V betrieben werden und ähnelt in ihren Eigenschaften der DL 41. Gegenüber der DL 92 hat sie eine größere Steilheit; hierdurch ist die für die Aussteuerung der Röhre notwendige Gitterwechselspannung um ca. 40 % kleiner als bei der DL 92. Mit der DL 94 erhält man bei $U_b = 120$ V eine Sprechleistung von 550 mW bei K = 10 %. Noch höhere Leistungen erhält man bei Gegentaktschaltungen mit 2 x DL 94; bei $U_b = 120$ V in Gegentakt-A-Schaltung 1,3 Watt, bei Gegentakt-B-Schaltung kann man wegen des geringen durchschnittlichen Stromverbrauches bis zu $U_b = 150$ V gehen und erhält über 2,1 Watt Sprechleistung.

Will man die Batterien möglichst wenig belasten, so benutzt man bei Batteriebetrieb nur das halbe System der Endröhre, indem man nur eine Fadenhälfte beheizt (1,4 Volt, 50 mA). Hierdurch sinkt der Anodenstrombedarf auf etwa die Hälfte herab, die Sprechleistung allerdings auch. In der Tabelle wurden aus den von den Röhrenfabriken propagierten 30 Betriebsmöglichkeiten der DL 94 nur die zwölf wichtigsten gebracht, da die Unterschiede oft nur geringfügig sind.

Kofferempfänger mit den neuen Röhren sind also folgendermaßen bestückt: DK 92, DF 91, DAF 91, DL 94. Falls notwendig, ist noch eine Hf-Vorstufe mit der DF 91 vorhanden. Nur bei ausgesprochenen Batteriegeräten greift man auf die DL 92 zurück, da bei $U_b < 90$ Volt die Möglichkeiten der DL 94 gar nicht voll ausgenutzt werden können. Die DK 40 und die DL 41 werden nur noch zur Ersatzbestückung verwendet.

Betriebswerte:

Typ	DK 40				DK 91 = 1R5				DK 92		
Art	Rim. Oktode				Min. Heptode				Min. Heptode		
U_f	1,4 1)				1,4 1)				1,4 1)		Volt
I_f	50				50				50		mA
$U_a = U_b$	135	120	90	67,5	90	67,5	90	45	85 3)	63,5 3)	Volt
R_{g5}	270	210	90	0							kΩ
R_{g4}									180	0	kΩ
R_{g2}	26	20	8,5	0					33	22	kΩ
R_{g1}					100	100	100	100	27 6)	27 6)	kΩ
R_{g1+3}	35	35	35	35							kΩ
U_{g5}	67,5 / 135	67,5 / 120	67,5 / 90	67,5							Volt
U_{g4}	0/-18,5	0/-16,5	0 / -12,5	0/-9,5					60	63,5	Volt
U_{g3}					0/-14	0/-14	0/-9	0/-9	0/-6	0/-4	Volt
U_{g2}	67,5	67,5	67,5	67,5					30	30	Volt
U_{g2+4}					67,5	67,5	45	45			Volt
$U_{osz\ eff}$	8	8	8	8	23	23	16	16	4	4	Volt
I_a	1	1	1	1	1,6	1,4	0,8	0,7	0,65	0,7	mA
I_{g5}	0,25	0,25	0,25	0,25							mA
I_{g4}									0,14	0,15	mA
I_{g2}	2,6	2,6	2,6	2,6 2)					1,65 4)	1,55 5)	mA
I_{g2+4}					3,2	3,2	1,9	1,9			mA
I_{g1}					0,25	0,25	0,15	0,15	0,13	0,13	mA
I_{g1+3}	0,14	0,14	0,14	0,14							mA
S_c	425/4,2	425/4,2	425 /4,2	425/4,2	300/5	280/5	250/5	235 5	325/3,25	300/3	µA V
S_{eff}	320			320 2)	80	90	60	60	400 4)	360 5)	µA/V
R_i	1/>10	1/>10	1/>10	0,9 />10	0,6 />10	0,5 />10	0,8 />10	06/>10	1/>10	0,9/ 10	MΩ
r_a			67	67	195	185			100	120	kΩ

Grenzwerte:

	DK 40	DK 91	DK 92			DK 40	DK 91	DK 92	
U_a max	135	90	90	Volt	Q_{g5} max	0,02			Watt
U_{bL} max			140	Volt	Q_{g4} max			0,1	Watt
U_{g5} max	135			Volt	Q_{g2} max	0,2		0,2	Watt
U_{g4} max	+ 0,2 7)		90	Volt	Q_{g2+4} max		0,25		Watt
U_{g3} max		+ 0,2 7)		Volt	R_{g4} max	3			MΩ
U_{g2} max	100		60	Volt	R_{g3} max		3	3	MΩ
U_{g2+4} max		67,5		Volt	R_{g1} max		100	35	kΩ
U_{g1} max 7)			- 0,2	Volt	R_{g1+3} max	35			kΩ
Q_a max	0,2	0,15	0,2	Watt	I_k max	5	5,5	4	mA

1) Bei Serienspeisung: $U_f = 1{,}3$ Volt. – 2) Als selbsterregte Mischröhre 6): Anschwingsteilheit $S_{g2/g1} = 1{,}2$ mA/V, $I_{g2} = 2{,}9$ mA, $D_{g2/g1} = 7{,}1$ %. – 3) Batterie von 90 V oder 67,5 V, um die negative Gittervorspannung der Endröhre verringert. – 4) Als selbsterregte Mischröhre 6): Anschwingsteilheit $S_{g2/g1} = 0{,}9$ mA/V, $I_{g2} = 2{,}5$ mA, $D_{g2/g1} = 13{,}3$ %. – 5) Als selbsterregte Mischröhre 6): Anschwingsteilheit $S_{g2/g1} = 0{,}8$ mA/V, $I_{g2} = 2{,}2$ mA, $D_{g2/g1} = 13{,}3$ %. – 6) R_{g1+3} an + f angeschlossen. – 7) Bei $I_{g1} = 0{,}3$ µA (Gitterstrom-Einsatzpunkt). – 8) $R_{g1} = 10$ MΩ.

In den Tabellen bedeuten: d = dynamisch, bei voller Aussteuerung, I_{ge} = Gitterstrom-Einsatzpunkt, Min. = Miniaturröhre (Pico 7), Rim. = Rimlockröhre (Pico 8), S_{eff} = effektive Steilheit = mittlere Steilheit über den ganzen ausgesteuerten Bereich, Sub. = Subminiaturröhre. KD = Kenndaten, R_{g1}' ist der Gitterwiderstand der folgenden Röhre.

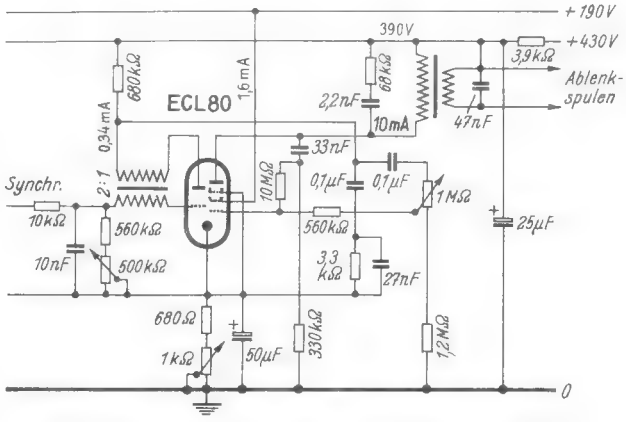


Bild 9. Vertikalablenkschaltung unter Verwendung der ECL 80 mit Anodenspeisung aus der erhöhten Betriebsspannung

Berechnung der auftretenden Spitzenspannungen

Der Spannungsverlauf an der Anode muß mit Rücksicht auf die zulässigen Spitzenspannungen (1,2 kV bei der ECL 80, 2,5 kV bei der PL 82) überprüft werden. Hierbei muß man besonders die Rücklaufzeit beachten, während der die Induktivität der Ablenkspulen eine wesentliche Rolle spielt. Da ein sägezahnförmiger Strom fließt, entsteht an den Ablenkspulen außer der Sägezahnspannung noch eine durch die Induktivität verursachte Rechteckspannung (Bild 8 oben). Ihre Größe ist durch $u = L \cdot \frac{di}{dt}$ gegeben. Beim Hinlauf ist $\frac{di}{dt} = \frac{I_s}{T}$, so daß $u_{Ls} = 0{,}0077 \frac{0{,}75}{0{,}02} = 0{,}29$ V wird. Gegenüber der Sägezahnamplitude $u_{Rs} = I_s \cdot R_s = 0{,}75 \cdot 12 = 9$ V kann man diese Spannung praktisch vernachlässigen. Beim Rücklauf ist aber $\frac{di}{dt}$ viel größer. Wenn z. B. die Rücklaufdauer 5 % der Periodendauer T beträgt, ist $\frac{di}{dt} = 20 \frac{I_s}{T}$, die Spannung wird $u_{Ls} = 20 \cdot 0{,}29 = 5{,}8$ V und kann nun nicht mehr vernachlässigt werden. Bild 8 (unten) zeigt die Summe der beiden Spannungen. Auf der Primärseite ist sie um den Faktor ü größer, d. h. im ersten Beispiel $u_L = 5{,}8 \cdot 29 = 170$ V. Berücksichtigt man, daß auch durch die Induktivität der Sekundärwicklung eine Spannungsspitze erzeugt wird, so muß man insgesamt etwa 250 bis 300 V ansetzen. Die Spitzenspannung an der Anode der Endröhre ist noch um die Betriebsspannung und die Sägezahnspannung u_p größer und wird

$$U_{a_{sp}} \approx U_{ba} + u_p + 300 = 330 + 130 + 300 = 760 \text{ V}.$$

Meist ist U_{ba} noch etwa größer als 330 V, da die erhöhte Spannung in der Horizontalablenkungsstufe bei 450 V liegt, so daß nach der Siebung noch etwa 400 V zur Verfügung stehen. Die Anodenspitzenspannung wird also 800 bis 900 V betragen, und liegt damit noch unter dem zulässigen Grenzwert. Nun ist aber meist die Röhre während des Rücklaufs gesperrt, so daß die Gefahr parasitärer Schwingungen im Ausgangstransformator und hierdurch einer Überschreitung des zulässigen Spitzenwertes besteht. Es ist deshalb ratsam, den Transformator durch ein an die Primärseite geschaltetes RC-Glied von z. B. 68 kΩ und 2,2 nF zu dämpfen.

Die hohe positive Spitzenspannung wird durch den Gegenkopplungskanal auch an das Steuergitter geführt. Sie wird zwar durch den Spannungsteiler R_1, R_2 in Verbindung mit der Eingangskapazität der Röhre abgeschwächt, ist aber immer noch so groß, daß die Rücklaufzeit hierdurch unzulässig vergrößert werden kann. Die steuernde Sägezahnspannung muß deshalb während der Rücklaufzeit eine zusätzliche negative Spitze entsprechend Bild 8 unten erhalten. Diese kann durch einen in Serie mit dem Ladekondensator des Sperrschwingers liegenden Widerstand oder durch ein in die Gitterleitung geschaltetes differenzierendes Glied erzeugt werden.

Schaltungsbeispiele

Zum Schluß sollen noch zwei Schaltungen erläutert werden, die entsprechend den bisher angeführten Überlegungen dimensioniert sind.

Bild 9 zeigt eine Schaltung, in der der Triodenteil einer ECL 80 als Sperrschwinger arbeitet, während der Pentodenteil als Endstufe dient. Die Wirkungsweise des Sperrschwingers wurde bereits von *Marcus* in Heft 1 (1952), Seite 5 des RADIO-MAGAZIN erläutert und soll hier nicht näher besprochen werden. Mit dem Ladekondensator 0,1 µF liegt das RC-Glied 3,3 kΩ, 27 nF in Serie, wodurch die negativen Spannungsspitzen während des Rücklaufs erzeugt werden. Das Potentiometer 1 MΩ gestattet die Einstellung der Gitterpannungsamplitude, d. h. der Bildhöhe. Wenn der Schleifer auf 0,7 MΩ steht, ist der Widerstand von diesem Punkt nach Erde etwa 260 kΩ, so daß der Spannungsteilerwiderstand $R_2 = 560$ kΩ + 260 kΩ = 820 kΩ beträgt. Da $R_1 = 10$ MΩ ist, ist der Gegenkopplungsgrad

$$\alpha = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0{,}82}{10{,}82} = \frac{1}{13}$$

Für die Aussteuerung des Pentodenteils der ECL 80 von 0 mA bis 26 mA ist bei $U_{g2} = 170$ V eine Gitterspannung von 12 V_{ss} (von Spitze zu Spitze) notwendig. An der Anode ist die Sägezahnspannung $2\ u_p + u_{Rp} = 390\ V_{ss}$. Die Verstärkung beträgt demnach $V = \frac{390}{12} = 33$. Die mit Gegenkopplung erforderliche Gitterwechselspannung ist $U_i = 12\ (1 + \alpha V) = 12\left(1 + \frac{33}{13}\right) = 42\ V_{ss}$. Der Anodenkreis des Sperrschwingers muß so dimensioniert sein, daß er diese Spannung und eine zusätzliche negative Spitze von etwa 150 V während des Rücklaufs zur Verfügung stellen kann. Er wird deshalb ebenfalls aus der erhöhten Betriebsspannung (hier 390 V) gespeist. Die Linearität im oberen Bilddrittel kann durch den Katodenwiderstand eingestellt werden. Falls erforderlich, kann auch der Gegenkopplungswiderstand 330 kΩ in einen festen und einen regelbaren Widerstand aufgeteilt werden.

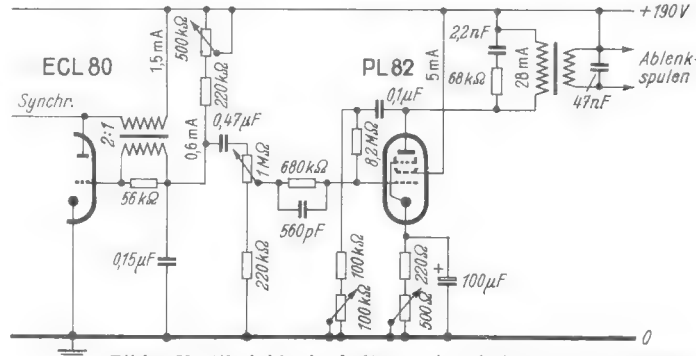


Bild 10. Vertikalablenkschaltung mit Triodensystem der ECL 80 als Sperrschwinger und der PL 82 als Endstufe

Bild 10 zeigt eine Schaltung, in der nur die Speisespannung 190 V benutzt wird. Der Triodenteil einer ECL 80 dient als Sperrschwinger, ihr Pentodenteil kann z. B. zur Synchronisationsverstärkung herangezogen werden. Als Endstufe ist die PL 82 eingesetzt. Um bei der niedrigen Betriebsspannung eine ausreichend große Steuerspannung für die Endröhre zu bekommen, wird die Sägezahnspannung vom Gitter des Sperrschwingers abgenommen. Wenn der Regler für die Bildhöhe auf 0,7 MΩ steht, ist der Gegenkopplungsgrad $\alpha = \frac{0{,}91}{8{,}2 + 0{,}91} = \frac{1}{10}$. Die Sägezahnspannung an der Anode ist $2\ u_p + u_{Rp} = 150\ V_{ss}$. Für die Aussteuerung der PL 82 von 0 mA bis 85 mA sind 16 V_{ss} notwendig. Die Verstärkung ist demnach $V = \frac{150}{16} = 9$. Mit Gegenkopplung wird eine Gitterwechselspannung von $16\left(1 + \frac{9}{10}\right) = 30\ V_{ss}$ benötigt. In der Gitterleitung der Endröhre liegt das differenzierende Glied 680 kΩ, 560 pF, durch das beim Rücklauf negative Impulse erzeugt werden. Die Linearität kann durch den regelbaren Teil des Gegenkopplungswiderstandes und im oberen Bilddrittel zusätzlich durch den Katodenwiderstand eingestellt werden. Man geht dabei zweckmäßig so vor, daß zunächst mit dem Katodenwiderstand der errechnete Anodengleichstrom I_{ao} eingestellt wird, wobei die Bildhöhe gerade den Schirm der Röhre ausfüllt.

Dann wird die Linearität mit dem Gegenkopplungswiderstand eingestellt und schließlich im oberen Drittel durch Nachregeln des Katodenwiderstandes korrigiert. Der Kondensator 47 nF an der Sekundärseite des Ausgangstransformators verhindert, daß die Horizontalablenkspannung über die Ablenkspulen in den Vertikalablenkteil eindringt und zur Paarigkeit der Zeilen Anlaß gibt.

Es ist auch möglich, die PL 82 als Endröhre aus der erhöhten Betriebsspannung zu speisen, wobei sich eine Betriebseinstellung wie in dem Beispiel mit der ECL 80 ergibt.

Batterieröhren

Endpentoden: Betriebswerte als Eintakt-A-Verstärker

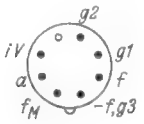
Typ	DL 41		DL 65 DL 67	DL 68	DL 92 = 3S4			DL 94 = 3V4					
Art	Rim.		Sub.	Sub.	Min.			Min.					
U_f	1,4 1)	(2,8)	1,25	1,25	1,4 1)		(2,8)	1,4 1)			2,8		Volt
I_f	100	(50)	13	25	100		(50)	100			50		mA
U_a (+ U_b)	120	90	22,5+	22,5+	90	67,5	45	120	90	86	113	86	Volt
U_{g2}	120	90	22,5	22,5	67,5	67,5	45	120	90	86	113	86	Volt
U_{g1}	-5,6	-3,6	8)	8)	-7	-7	-4,5	-8,1	-5,1	-4,5	-7,2	-4,3	Volt
I_a	10	8	0,5	1	7,4	7,2	3,8	10	8	8	9	7	mA
I_{g2}	1,65	1,3	0,095	0,32	1 4	1,5	0,8	2,3	1,8	1,8	1,8	1,5	mA
S	2,55	2,45			1,57	1,55	1,25	2	2	2	2	1,9	mA/V
D_{g2}	10	10			20	20	20	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	%
R_i	80	90			100	100	100	110	110	110	120	120	kΩ
R_a	12	11,3	100	20	8	5	8	8	8	8	10	10	kΩ
$N_a\sim(I_{ge})$	600	360			270		65	680	340	290	525	270	mW
hierbei K	11,7	12			12		12	15	12	11	16	11,5	%
hierbei $U_{g\sim eff}$					5,5		3,5	6,6	4,5	4,1	6,1	4	Volt
$N_a\sim(K=10\%)$	550	330	1,8	5,3		180		550	310	280	420	250	mW
hierbei $U_{g\sim eff}$	3,8	3,1	0,45	1,5		5,5		5	4,1	4	4,4	3,7	Volt
$U_{g\sim eff}$ (50 mW)	0,9	1,05			1,95	2,5	2,8	1,3	1,35	1,35	1,35	1,4	Volt

Betriebswerte als Gegentaktverstärker (Werte für zwei Röhren)

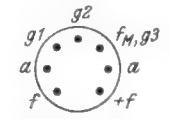
Typ		DL 41		DL 92	DL 94			DL 94				
Klasse		B	B	B	A		A	B				
U_f		1,4	2,8	1,4	1,4		2,8	1,4				
I_f	2x	100	50	100	100		50	100				
U_a		150	84	80	120	90	113	150	120	108	90	Volt
U_{g2}		150	84	57,5	120	90	113	150	120	108	90	Volt
U_{g1}		-13,2	-5,8	-9,9	-8,1	-5,1	-7,2	-17,4	-13 7	-12,4	-9,8	Volt
I_a	2x	1,5	1,5	1,5	10	8	8	2	1,5	1,5	1,5	mA
I_{ad}	2x	11,5	4,9	4,4				12,5	9	8	6,3	mA
I_{g2}	2x	0,25	0,25	0,3	2,3	1,8	1,8	0,42	0,32	0,32	0,32	mA
I_{g2d}	2x	4	1,25	1,35				4,4	3,1	2,6	2,25	mA
R_{aa}		15	18	16	14	14	14	12	14	14	14	kΩ
$N_a\sim(I_{ge})$		2100	420	325	1300	650	1000	2150	1200	900	580	mW
hierbei K		5	3,6	5	10	10	10	4,5	5	5	5	%
hierbei $U_{g\sim eff}$		10,6	4,8	7,3	6,8	4,4	6	13,3	11	10	8	Volt
$U_{g\sim eff}$ (50 mW)		2			0,95	1	1,05	2,3	2,4	2,5	2	Volt

Grenzwerte:

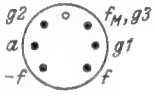
	DL 41	DL 65/DL 67	DL 68	DL 92	DL 94	
U_{aL} max	180				200	Volt
U_a max	150	45	45	90	150	Volt
U_{g2} max	150	45	45	67,	150	Volt
U_{g1} max 7)	-0,2	-0,2		+0,2	-0,2	Volt
Q_a max	1,2	0,025	0,1	0,7	1,2	Watt
Q_{g2} max	0,3 (d : 0,6)	0,006	0,025	0,15	0,45 (d : 0,7)	Watt
I_k max	16	0,6	2,3	11	12	mA
R_{g1} max	2	10	10	2	1	MΩ



DL 41



DL92, 3S4



DL94, 3V4

Sockel von unten gesehen

DL 68

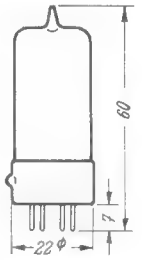
Batt.-R./2a
10. 1952

Batterieröhren

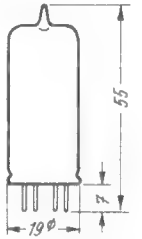
*Die **Subminiaturröhren** DF 65, DF 67, DL 65, DL 67 und DL 68 werden in Deutschland nur von Valvo gefertigt und dienen zur Herstellung von Schwerhörigengeräten. Die Nf-Pentoden sind 28 mm lang und haben einen Durchmesser von etwa 8 mm. Auch die Endpentoden DL 65 und DL 67 haben den gleichen Durchmesser, sind aber 36 mm lang. Die DL 68 hat einen flacheren Glaskolben mit einem Querschnitt von 6,1 × 8,6 mm und ist 37 mm lang. Subminiaturröhren sind ungesockelt und werden in die Schaltung eingelötet. Zu diesem Zweck sind die Anschlußdrähte über 32 mm lang. Nach dem Einlöten werden die überstehenden Enden abgekniffen. Die DF 67 und die DL 67 unterscheiden sich von der DF 65 und der DL 65 nur durch die Anordnung der Anschlußdrähte. Die 65er Typen werden in neueren Schwerhörigengeräten nicht mehr verwendet. Die Subminiatur-Batterieröhren werden mit 22,5 V Anodenspannung betrieben und zeichnen sich durch äußerst geringe Heizleistung aus. Sie beträgt bei den Nf-Pentoden nur etwas über 7 mW. Der Heizfaden solcher Röhren ist nur 8 μ stark! Als Heizspannungsquelle genügt eine Monozelle; ihr werden bei einem Dreiröhrengerät mit der Bestückung DF 67, DF 67, DL 67 nur 26,6 mA entnommen. Die Anodenspannungsbatterie von 22,5 Volt wird mit einem Strom von weniger als 0,5 mA belastet. Verwendet man die DL 68 als Endröhre, so beträgt der gesamte Heizstrom 38,5 mA und die Summe der Anoden- und Schirmgitterströme ca. 1,4 mA. Dafür aber erzielt man eine Sprechleistung von 5,3 mW gegenüber 1 mW bei der DL 67.*

Gegen Unterheizung bis zu 25% sind die Subminiaturröhren unempfindlich.

Kolbenabmessungen



DK 40, DL 41

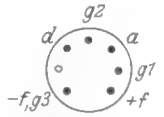


DAF 91, DF 91, DK 91, DK 92, DL 92, DL 94

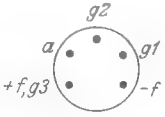
Hf- (Nf-) Pentoden

Betriebswerte:

Typ		DAF 91 = 1S5		DF 65 DF 67	DF 91 = 1T4				
Art		Min.		Sub.	Min.				
Verwendet als		Diode + Nf-Pentode		Nf (Schw)	Hf⁰				
U_f		1,4 1)		0,625	1,4 1)				Volt
I_f		50		13,3	50				mA
Verwendet als		KD		KD	Hf⁰ (Zf⁰)				
U_a		90	67,5	22,5	90	67,5	90	45	Volt
U_{g2}		90	67,5	18	67,5	67,5	45	45	Volt
U_{g1}		0	0	-1,15	0/-16	0/-16	0/-10	0/-10	Volt
I_a		2,7	1,6	0,05	3,5	3,4	1,8	1,7	mA
I_{g2}		0,5	0,4	0,01	1,4	1,5	0,65	0,7	mA
S		0,72	0,625	0,1	0,9/0,01	0,875/0,01	0,75/0,01	0,7/0,01	mA/V
D_{g2}		7,4	7,4	11,5	9	9	9	9	%
R_i		0,5	0,6	4	0,5/>10	0,25/>10	0,8/>10	0,35/>10	MΩ
r_a					19	20			kΩ



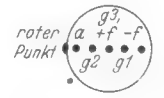
DAF 91, 1S5



DF 65, DL 65

Betriebswerte als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

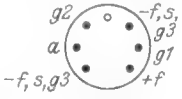
	DAF 91 Pentodenschaltung						DAF 91 als Triode		DF 65/DF 67 Pentode		
U_b	90	67,5	45	90	67,5	45	90	90	22,5	22,5	Volt
R_a	1	1	1	1	1	1	0,22	0,47	1	1	MΩ
R_{g2}	3,3	3,3	3,3	4,7	4,7	4,7			3,9	2,7	MΩ
R_{g1}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	MΩ
$R_{g1'}$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	0,68	1,5	5	10	MΩ
I_b	0,1	0,075	0,05	0,09	0,065	0,045	0,25	0,13	0,014	0,015	mA
V	67	60	45	75	62	44	11	11,5	31	30	fach
K bei $U_{a\sim}$ = 5 V	5	3	2	2	2	5	1	0,8			%
K bei $U_{a\sim}$ = 3 V									5	5	%



DF 67, DL 67

Grenzwerte:

	DAF 91	DF 65/67	DF 91			DAF 91	DF 65/67	DF 91	
U_a max	90	45	90	Volt	Q_a max	0,25	0,0015	0,35	W
U_{g2} max	90	45	67,5	Volt	Q_{g2} max	0,05	0,0005	0,11	W
U_{g1} max 7)	-0,4	-0,2	-0,2	Volt	I_k max	4,5	0,075	5,5	mA



DF 91, 1T4

Batt.-R./1a
10. 1952

Fernsehtechnik ohne Ballast

Eine Aufsatzreihe zur Einführung in die Fernsehtechnik, 8. Folge

Die Kameraröhre (Schluß)

Bild 35. Die Mosaikplatte

Die Mosaikplatte besteht aus einer dünnen rechteckigen Glimmerscheibe. Auf der Vorderseite befindet sich ein Mosaik von mehreren Millionen winzigster voneinander isolierter Silber-Körnchen, wäh-

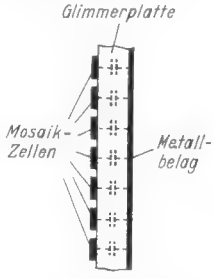


Bild 35. Mosaikplatte; die einzelnen Mosaikzellen bilden mit dem Metallbelag kleine Kondensatoren

rend die Rückseite mit einem durchgehenden Metallbelag versehen ist. Jede einzelne Zelle des Mosaiks bildet mit dem Metallbelag einen kleinen Kondensator. Treffen Elektronen auf die Mosaikplatte, so laden sie diese einzelnen Kondensatoren auf. In der Kameraröhre werden nun die von der Fotokatode kommenden Elektronen auf diese Mosaikplatte gelenkt. An Stelle eines optischen Bildes entsteht auf ihr ein elektrisches Ladungsbild. Helle Stellen des optischen Bildes lösen viele Elektronen aus der Fotokatode und ergeben an diesen Stellen der Mosaikplatte eine starke Aufladung, dunkle Stellen senden keine Elektronen aus, die Mosaikplatte wird nicht aufgeladen. Die Aufladestärke entspricht also Punkt für Punkt der Beleuchtungsstärke in der optischen Abbildung.

Bild 36. Das Superikonoskop

Bei einem Superikonoskop fällt also das Licht des aufzunehmenden Objektes durch das Objektiv auf die ebene Glasplatte der Fotokatode und erzeugt dort je nach der Helligkeit Elektronen. Unter dem Einfluß der Anodenspannung und mit Hilfe einer magnetischen Linse, die

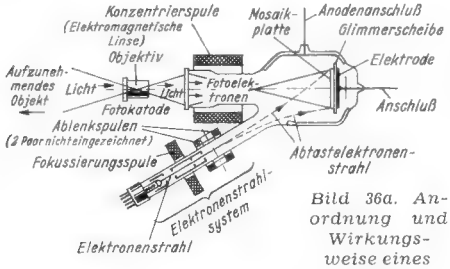


Bild 36a. Anordnung und Wirkungsweise eines Superikonoskops

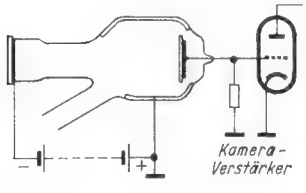


Bild 36b. Die erste Verstärkerstufe liegt unmittelbar an der Mosaikplatte

aus einer langgestreckten Fokussierspule (vergl. Bild 24) besteht, werden diese Elektronen auf die Mosaikplatte geworfen und erzeugen dort das Ladungsbild. In einem Seitenarm der Kameraröhre sitzt ein Elektronenstrahlsystem, ähnlich dem einer Bildröhre. Es erzeugt einen scharf gebündelten Abtastelektronenstrahl.

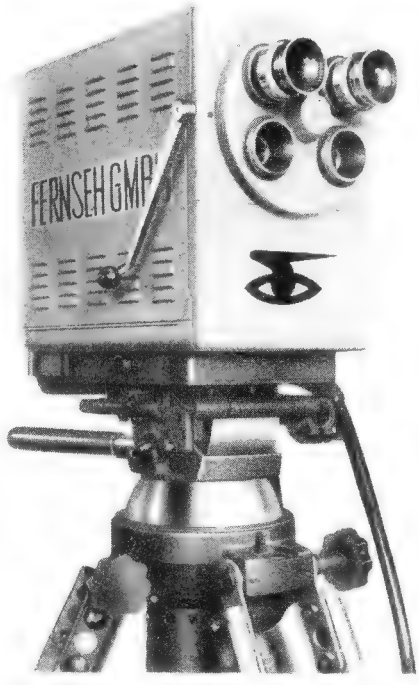


Bild 37. Fernsehkamera (Fernseh GmbH.)

Er wird durch Sägezahnspannungen mittels der Ablenkspulen zeilenweise entsprechend der Fernsehnorm über das Ladungsbild hin- und herbewegt. Da der Elektronenstrahl die aufgeladenen Elemente nacheinander trifft, werden diese entladen. Dadurch kommen nach Bild 36b in einem Außenkreis Ströme zustande, die über einen Widerstand Spannungsschwankungen hervorrufen. Diese werden verstärkt und dienen zur Bildmodulation des Fernsehsenders.

Bild 37. Die Fernsehkamera

Eine vollständige Fernsehkamera besteht aus dem Kamerakopf mit einem kräftigen Stativ und einem getrennt aufgestellten Kontrollschrank. Der Kamerakopf enthält die Aufnahmeröhre mit den zugehörigen Ablenk- und Austastgeräten sowie einen Vorverstärker. Zur Anpassung an die verschiedenen Arbeitsbedingungen sind mehrere Objektive verschiedener Brennweite schnell wechselbar auf einem Revolverkopf angeordnet. Als Bildsucher werden optische Systeme, oder bei besonderen Kamerakonstruktionen ein regelrechtes Fernsehbild verwendet, das auf dem Schirm einer kleinen, in die Kamera eingebauten Bildröhre entsteht. Die Aufnahmeröhre selbst ist zusammen mit den fertig justierten Fokussier- und Ablenkspulen so angeordnet, daß sie leicht ausgewechselt werden kann. Sie wird nach einigen hundert Betriebsstunden durch eine neue ersetzt damit sich die Bildgüte nicht verschlechtert. Der Kamerakopf ist durch ein langes biegsames Spezialkabel mit einem Verstärker- und Kontrollschrank verbunden. Das Kabel enthält außer den für die Bildübertragung notwendigen Leitungen noch zusätzliche Adern für Fernsprech- und Signalverbindungen.

O. Limann

Mit dem heutigen Teil beschließen wir die Ausführungen über die allgemeinen Grundlagen der Fernsehtechnik. Im folgenden Heft beginnt die Besprechung der Einzelheiten von Fernseh-Empfänger-Schaltungen unter Berücksichtigung des neuesten Standes der deutschen Industrie.

Einführung in die Fernseh-Praxis

31. Folge: Die magnetische Zeilenablenkung (Fortsetz.)

Im vorigen Heft behandelten wir die Berechnung der Primärinduktivität des Zeilentransformators. Im Folgenden werden die zulässige Wicklungskapazität und der praktische Aufbau des Transformators besprochen.

Wir müssen jetzt die maximal zulässige, durch die Wicklungen und die angeschlossenen Schaltorgane bedingte schädliche Gesamtkapazität C bestimmen. Nach unseren früheren Ausführungen darf diese Kapazität nur so groß sein, daß die Dauer der ersten (positiven) Halbschwingung $\pi \sqrt{LC}$ während des Rücklaufs gleich oder kleiner als die vorgeschriebene Rücklaufzeit T_r ist. Die Beziehung

$$\pi \sqrt{LC} = x\,T\ [\mathrm{sec}] \qquad (9)$$

muß also erfüllt sein. Demnach erhalten wir

$$C = \frac{x^2\,T^2}{\pi^2\,L}\ [\mathrm{F}] \qquad (10)$$

oder

$$C = \frac{x^2}{\pi^2\,f^2\,L}\ [\mathrm{F}] \qquad (11)$$

Setzen wir die festliegenden Werte in Gleichung (11) ein, so ergibt sich

$$C \leq \frac{0{,}15^2}{\pi^2 \cdot 15625^2 \cdot 0{,}22} \leq 42{,}5 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F} \leq 42{,}5\ \mathrm{pF}.$$

Diese Forderung ist sehr scharf und kann nur dann erfüllt werden, wenn wir den Transformator so kapazitätsarm wie möglich wickeln. Mindestens 13 pF müssen wir selbst bei günstigster Leitungsführung für die Schalt- und Röhrenkapazität ansetzen, so daß nur noch 30 pF für die Wicklungskapazität verbleiben. Das läßt sich bei der durch L = 0,22 H und die Kerndaten gegebenen Windungszahl nur mit einer sehr kapazitätsarmen Scheiben- oder Kreuzwicklung erreichen, ein konstruktives Problem, von dem noch die Rede sein wird.

Die Primär-Windungszahl richtet sich bei gegebener Induktivität vor allem nach den Daten des zu verwendenden Transformatorblechs, dem Kernquerschnitt und der Vormagnetisierung. Der Kernquerschnitt wiederum ist durch die übertragene Leistung bestimmt. Da diese Rechnungen grundsätzlich bekannt sind, gehen wir nicht weiter darauf ein. Es sei nur erwähnt, daß man im Hinblick auf guten Wirkungsgrad ein möglichst verlustfreies Kernmaterial, z. B. Ferrit, verwenden muß.

Berechnung der übrigen Windungszahlen

Liegt die Primärwindungszahl fest, so kann man die übrigen Windungszahlen berechnen. Man betrachtet dabei den Transformator ausschließlich während des Hinlaufs. Sieht man von den ohmschen Verlusten ab, so kann man annehmen, daß während der Hinlaufzeit die Spannung an den Transformatorwicklungen konstant ist, denn nach dem Induktionsgesetz gehört zu einer konstanten Spannung an einer Induktivität ein linear ansteigender Strom. Während des Hinlaufs ergeben sich demnach stationäre Spannungsverhältnisse an den Wicklungen und den sonstigen Schaltorganen.

Betrachten wir zunächst die Spannungsrückgewinnung nach Bild 125. Da sich die Spannungen wie die Widerstände bzw. die

Windungszahlen verhalten, ergeben sich unter Zuhilfenahme der Kirchhoff'schen Gesetze folgende Beziehungen:

$$\frac{W_1}{W_3} = \frac{U_c + U_b \quad U_a}{U_s} \tag{12}$$

Ferner

$$\frac{W_2 + W_3}{W_3} = \frac{U_D + U_c}{U_s} \tag{13}$$

Daraus folgt

$$W_3 = W_1 \cdot \frac{U_s}{U_c + U_b - U_a} \tag{14}$$

und

$$W_2 = W_3 \left[\frac{U_D + U_c}{U_s} - 1\right] \tag{15}$$

Durch die vorstehenden Gleichungen sind die Beziehungen zwischen den einzelnen Wicklungen eindeutig beschrieben. Bei gegebener Primärwindungszahl W_1 lassen sich daher die Wicklungen W_2 und W_3 ohne weiteres berechnen. Es sei erwähnt, daß man den Widerstand der Diode und damit den daran auftretenden Spannungsabfall U_D in den meisten Fällen vernachlässigen kann. U_c ist die Spannung, um welche die Betriebsspannung erhöht werden soll; U_s ist der Spannungswert, der während des Hinlaufs an den Ablenkspulen auftritt. Diese Spannung errechnet sich nach der Beziehung

$$U_s = I \cdot \frac{L \cdot f}{1 - x} \text{ [V]} \tag{16}$$

aus der Induktivität der Ablenkspulen L, dem in den Spulen auftretenden Spitzenstrom I, der Zeilenfrequenz f und dem schon von Gleichung (6) bekannten Wert x. Gleichung (16) ist also mit Gleichung (6) vollkommen identisch.

Die an der Anoden-Katodenstrecke der Pentode V während des Hinlaufs verbleibende Restspannung U_a ist relativ gering, wenn man die Röhre möglichst weit ins Gebiet kleiner Innenwiderstände steuert. Sie liegt meist in der Größenordnung von 30 . . . 70 V.

Die Berechnung des Transformators für die Schaltung zur Stromrückgewinnung nach Bild 126 kann in ähnlicher Weise vorgenommen werden. Bezüglich der Primärinduktivität gilt das bereits Gesagte.

Liegt demnach die Primär-Windungszahl W_2 fest, so erhält man unter Vernachlässigung des Dioden-Innenwiderstandes folgende Beziehungen:

$$\frac{W_1}{W_3} = \frac{U_a}{U_s} \tag{17}$$

ferner

$$\frac{W_2}{W_3} = \frac{U_b - U_a}{U_s} \tag{18}$$

Daraus folgt

$$W_1 = W_3 \frac{U_a}{U_s} \tag{19}$$

und

$$W_3 = W_2 \frac{U_s}{U_b - U_a} \tag{20}$$

Die Wicklung W_1 soll lediglich die Stromverhältnisse in der Diode den Stromverhältnissen im Anodenkreis anpassen. Sie ersetzt daher den Spannungsabfall U_a am Innenwiderstand der Röhre V. Bezüglich der an den Ablenkspulen liegenden Spannung U_s gilt dasselbe wie bei der Schaltung nach Bild 125. Die Betriebsspannung U_b muß natürlich groß genug sein um eine ausreichende Ablenkamplitude zu erzielen. Deshalb eignet sich die Schaltung zur Stromrückgewinnung vor allem für Wechselstromgeräte, bei denen stets eine genügend große Betriebsspannung zur Verfügung steht, jedoch ein möglichst geringer Stromverbrauch von Bedeutung ist.

Praktische Ausführung des Transformators

Die Daten eines einfachen Versuchstransformators für eine Schaltung zur Stromrückgewinnung sind in **Bild 128** eingetragen. Zur Verwendung gelangte ein Kern von 2,2 cm² Querschnitt, bestehend aus Transformatorenblech von 0,15 mm Stärke. Die maßstäbliche Skizze des Bleches zeigt **Bild 129**. Als günstiger Wert für die Primärwindungszahl ergaben sich 500 Windungen, die beiden anderen Wicklungen wurden nach den vorstehenden Formeln berechnet. Zweckmäßigerweise verwendet man Kupferdraht mit Lack-Seide-Isolation. Im Interesse einer möglichst kapazitätsarmen Wicklung greift man am besten zur Scheibenwicklung nach **Bild 130**. Für das gegebene Transformatorblech wurde ein Wickelkörper mit 7 Kammern hergestellt; die Abmessungen sind in Bild 130 eingetragen. Die Primärwicklung P_1-P_2-P_3 wird in den Kammern gleichmäßig verteilt untergebracht, und zwar so, daß der Anfang ganz links, das Ende dagegen ganz rechts herausgeführt werden kann. Der Anschluß für den Verbindungspunkt zwischen dem Ende der Anodenwicklung und dem Anfang der Hilfswicklung (P_1 P_2) wird getrennt und gut isoliert nach außen geleitet. Man teilt die Wicklung so auf, daß jede Kammer etwa gleich viel Windungen erhält. Bei der Überleitung von einer Kammer zur anderen ist auf beste Isolation zu achten, denn jede Teilwicklung hat in Anbetracht der mehrere tausend Volt betragenden Spitzenspannung der ersten Halbwelle eine recht beachtliche Potentialdifferenz. Es ist zweckmäßig, jedoch nicht unbedingt erforderlich, wenn man jede Kammer lagenweise wickelt. Der Trägerkörper soll aus bestem und sehr verlustarmem Isolierstoff mit möglichst kleiner Dielektrizitätskonstante bestehen.

Wie Bild 130 zeigt, wurde die Sekundärwicklung in zwei oberhalb der Kammern liegenden und über die ganzen Kammern hinweg verteilten Lagen angeordnet. Da die Kapazität einer Mehrlagenwicklung vor allem durch die Kapazität zwischen den einzelnen Lagen bestimmt ist, soll der Lagenabstand so groß wie möglich sein, während der zur Anwendung gelangende Isolierstoff eine recht kleine Dielektrizitätskonstante aufweisen muß. Man verwendet daher zweckmäßigerweise an Stelle von Ölpapier mehrere Lagen Trolitulfolie. An sich ist eine gewöhnliche Lagenwicklung bei Zeilentransformatoren nicht günstig, weil sie von Natur aus stets eine höhere Eigenkapazität als eine Scheibenwicklung besitzt. Bei der Sekundärwicklung scheint das jedoch unbedenklich, denn deren Eigenkapazität C erscheint auf der Primärseite infolge der Transformation nur im Betrage C/ü², wobei ü > 1 das Übersetzungsverhältnis bedeutet.

Eine besonders gute Bauform erhält man auch, wenn man passende Kreuzwickelspulen herstellt und diese auf einem Träger aus Amenit oder Trolitul anbringt. Zur gegenseitigen Isolation genügen Trolitulstäbchen, wodurch man die schädliche Kapazität noch weiter herabdrücken kann.

Die Leerlaufinduktivität eines Transformators mit den Daten nach Bild 128 bis 130 ist viel größer als der geforderte Wert von 0,22 H. Das erklärt sich daraus, daß der Kern keinen Luftspalt hat. Deshalb besteht eine sehr große Abhängigkeit der Induktivität von der Gleichstrom-Vormagnetisierung, mit der man wegen des in der Primärwicklung fließenden Anodenstromes stets rechnen muß. So beträgt die Leerlaufinduktivität der beschriebenen Versuchsausführung annähernd 2 H. Wie stark diese Induktivität durch die Gleichstrombelastung der Ablenkröhre zurückgeht, zeigt die durch Messung ermittelte Kurvendarstellung nach **Bild 131**. Dort ist die Primärinduktivität als Funktion der Amperewindungszahl bzw. des Anodengleichstroms aufgetragen. Schon bei etwa 25 mA ist die Primärinduktivität auf den zehnten Teil der Leerlaufinduktivität, also auf etwa 0,2 H, gefallen. Ein kleiner Luftspalt ist daher empfehlenswert.

Auf gute Isolation der Transformatorbleche muß unbedingt geachtet werden. Weist die Isolation schadhafte Stellen auf, so hat die Verwendung extrem dünner Bleche keinen Sinn mehr. Man darf auch das Blechpaket nicht etwa mit unisolierten Metallschrauben zusammenhalten, weil sonst die einzelnen Bleche kurzgeschlossen werden. Deshalb zieht man über die Halteschrauben ein Stück passendes Rüschrohr oder verwendet ein kleines Hartgummistäbchen mit aufgeschnittenem Gewinde.

Es sei ausdrücklich bemerkt, daß der beschriebene Selbstbau-Zeilentransformator nur bescheidenen Ansprüchen genügt. Die Verluste des Transformatorblechs sind größer als die eines Ferrit-Kernes, wie er in den modernen Industrie-Transformatoren zur Verwendung kommt. Auch kann die Wicklung im Selbstbau niemals so hochspannungssicher ausgeführt werden, daß sich gleichzeitig die Anodenspannung für die Bildröhre entnehmen läßt. Wer daher Höchstleistungen erzielen will, beschafft sich am besten einen industriemäßig hergestellten Zeilentransformator. Trotzdem ist die Selbstherstellung des beschriebenen Transformators zu empfehlen, denn man kann damit die wichtigsten elektrischen Vorgänge bei der Zeilenablenkung praktisch untersuchen und erhält einen hinsichtlich Linearität durchaus brauchbaren Ablenkstrom in den Zeilenspulen.

H. Richter

Die nächste Fortsetzung dieser Aufsatzreihe bringt eine praktisch erprobte Versuchsschaltung zur Stromrückgewinnung aus der Zeilenablenkspannung.

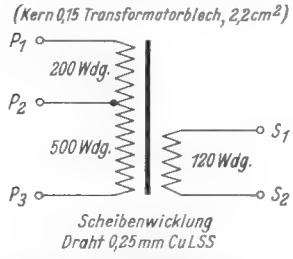


Bild 128. Bemessungsskizze für den Zeilentransformator

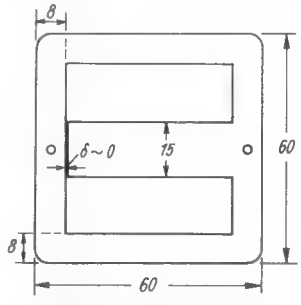


Bild 129. Abmessungen des Transformatorbleches

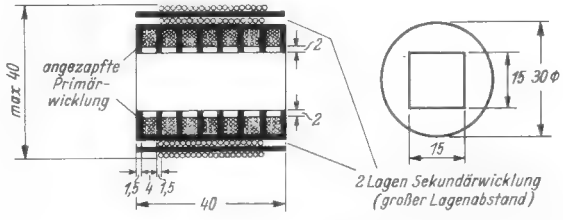


Bild 130. Aufbauskizze des Zeilentransformators

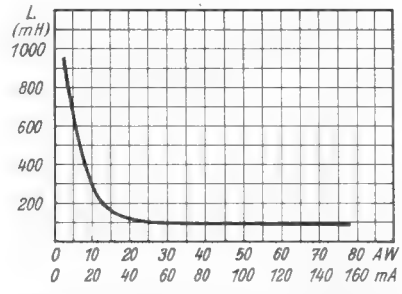


Bild 131. Abhängigkeit der Primärinduktivität von der Gleichstrom-Vormagnetisierung

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten

AM/FM-Großsuper 9952

Nachstehend bringen wir den zweiten Teil dieser in Nr. 18 begonnenen Arbeit, und zwar behandeln wir den endgültigen Zusammenbau und das Abgleichen des Drucktasten-Großsuperhets.

III. Netzteil

Zum Aufbau des Netzteils dient eine Montageplatte mit den Abmessungen 190×80 mm. Aufbaueinzelheiten gehen aus den Fotos und aus der Skizze der Einzelteilanordnung **(Bild 16)** hervor.

IV. Endgültiger Zusammenbau

Zur Aufnahme der Einzelchassis dient ein U-förmig gebogener Winkel, der mit Ausnahme des Drucktastenaggregates das ganze Gerät umschließt und ihm die erforderliche Stabilität verleiht. Der Winkel hat eine Höhe von 35 mm, die Schenkel sind 10 mm tief. Die Gesamtlänge des Rahmens beträgt ungebogen 1120 mm. Unterhalb des Drucktastenaggregates wird der Rahmen durch einen Winkel (245×20×10 mm) fortgesetzt. Rahmen und Winkel bestehen aus 0,75 mm starkem verzinktem Eisenblech. Zwischen Hf-Teil und Niederfrequenzverstärker wird eine Abschirmwand eingelötet; sie enthält Bohrungen und Ausschnitte für die Durchführung der Leitungen. Der Lautstärkeregler wird mit Hilfe eines 15×30×35 mm großen Winkels angeschraubt. Die beiden 5-kΩ-Potentiometer für die Höhen- und Tiefenanhebung sind am Chassis nicht angebaut, sondern befinden sich an günstigster Stelle des Empfängergehäuses. Um den Anschluß zu erleichtern, wurden Klangreglerdrossel und -kondensator an der linken Seite des Rahmens befestigt.

Auf dem Chassisfoto der Rückansicht **(Bild 24)** erkennt man rechts den Lautstärkeregler und die Pertinaxleiste mit der Klangregler-kombination. Etwa in der Mitte des Rahmens befinden sich die beiden Buchsenpaare B 1, B 2. Die Netzsicherung ist neben dem Netzkabel sichtbar.

V. Skalenantrieb mit Zeigerwegdehnung

Ein mit Zeigerwegdehnung ausgestatteter Skalenantrieb vermeidet Skalenräder größeren Durchmessers. Eine solche Antriebseinheit arbeitet nach dem Prinzip des Flaschenzuges. Hebt man die Rolle 4 mit dem Gewicht G in **Bild 22** um eine Strecke S an, dann verkürzt sich das Seil an dieser Stelle zweimal um den Betrag S, d. h. das lose Ende legt einen Weg von 2 S zurück. **Bild 14** zeigt die Übertragung dieses Prinzips auf den Zeigerantrieb, die Rollen 3 und 4 sind dabei identisch mit Bild 22. Der Zugschlitten mit der Rolle 4 wird durch das Seil a - b - c - d - e - f vom Skalenrad her angetrieben (wie bei einem einfachen Skalentrieb). Auf dem Zugschlitten sitzt aber die Rolle 4. Über sie und die feststehende Rolle 3 läuft ein zweites Seil k - l - m; es entspricht genau dem Seil des Flaschenzuges in Bild 22. Der eigentliche Zeigerschlitten macht also den doppelten Weg wie der Zugschlitten, und damit wird bei gegebenem Skalenraddurchmesser der Zeigerweg verdoppelt. Ein Gummiseil dient als Gegenkraft für den Zeigerschlitten und zieht ihn über die Rollen 1—2 ständig nach rechts.

Die Konstruktion des Zugschlittens ist in **Bild 10** dargestellt. Der Aufbau der Antriebseinheit beginnt mit dem Befestigen der Umlenkrollen auf der 310×90 mm großen Skalenplatte, die aus 1,5 mm starkem verzinktem Eisenblech besteht. Danach werden die Gleitstangen montiert. Eine 1 m lange Silberstahlachse wird in drei Teile von je 300 mm Länge zersägt. An den beiden Enden der Gleitstangen ist nun jeweils ein Stück M-3-Gewinde von etwa 10 mm Länge zu schneiden. Vor dem Befestigen der Gleitstangen muß jedoch der Schlitten aufgeschoben werden. Das Skalenchassis wird mit Hilfe des Befestigungswinkels **(Bild 11)** am Metallrahmen des Drucktastenchassis festgeschraubt.

Beim Aufziehen des Skalenseils beginnt man zunächst mit der Befestigung am Zugschlitten bei A. Dann führt man das Skalenseil einmal um das Skalenrad und legt es zweimal um die Antriebsachse. Von hier verläuft das Seil über die Rollen 7, 6, 5 zu einer Zugfeder, die über ein kurzes Zwischenseil oder direkt am Schlitten bei B befestigt ist.

Sobald der Skalenantrieb exakt läuft, dreht man den Zugschlitten ganz nach links (von rückwärts gesehen), den gemäß Skizze **Bild 18** gefertigten Zeigerschlitten nach rechts, befestigt das zweite Seil an der hierfür vorgesehenen Lötöse C und führt es über die Rollen 4 und 3 zum Zeigerschlitten, wo es bei D festgemacht wird. Das Gummiseil verläuft von der Lötöse E über die Seilrollen 1 und 2 zum Zeigerschlitten und wird gleichfalls bei D befestigt.

VI. Abgleich

Man gleicht zunächst die niedrigere Zwischenfrequenz ab (468 kHz), Reihenfolge: 24, 23, 22, 21 **(Bild 26)**. Der nicht abzugleichende Kreis des jeweiligen Zf-Bandfilters wird mit 10 kΩ und 10 nF in Serie gedämpft. Im FM-Teil beginnt man mit dem Abgleich des Ratiodetektor, für den zwei Meßinstrumente mit je 50 bis 100 µA Vollausschlag erforderlich sind. Die Instrumente werden gemäß **Bild 21** angeschaltet.

Der Ratiodetektorkreis wird nun auf Nulldurchgang des Strommessers I 1 abgeglichen. Am besten ist hierfür ein Instrument geeignet, bei dem sich der Nullpunkt in der Skalenmitte befindet. Der Vorkreis der Vorröhre ist auf Maximalausschlag des Instrumentes I 2 abzugleichen. Die Reihenfolge des Abgleichs der UKW-Bandfilter ist 30, 29, 28, 27, 26, 25. Der jeweils nicht abzugleichende Kreis muß gedämpft werden (200 pF in Serie mit 5 kΩ). Steht I 2 nicht zur Verfügung, so kann man notfalls nach dem Ausschlag des Magischen Auges abgleichen. Die sich anschließende Abgleichung des Oszillator- und Vorkreises erfolgt nach umstehendem Schema.

Schließlich sind noch die beiden vorabgestimmten MW-Kanäle des Drucktastenaggregates abzugleichen. Im Oszillatorteil und im Vorkreis befinden sich je zwei feste Kondensatoren, die durch entsprechende Verbindungen einzeln angeschaltet werden können. Ferner ist eine Reihen- und Parallelschaltung möglich. Die sich in Abhängigkeit von den jeweiligen Schaltkombinationen ergebenden Tastenbereiche gehen aus dem Abgleichplan **Bild 25** hervor. W. W. Diefenbach — W. Knobloch

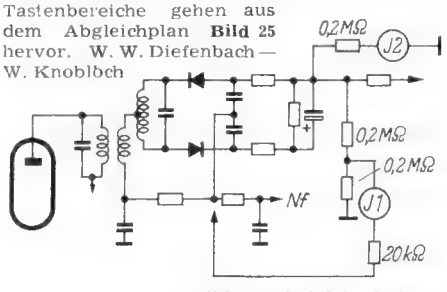


Bild 21. Abgleichschaltung des Ratiodetektors

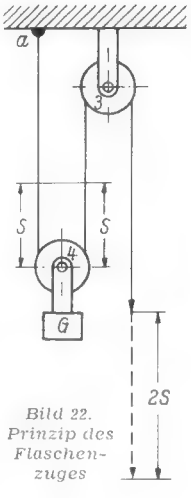


Bild 22. Prinzip des Flaschenzuges

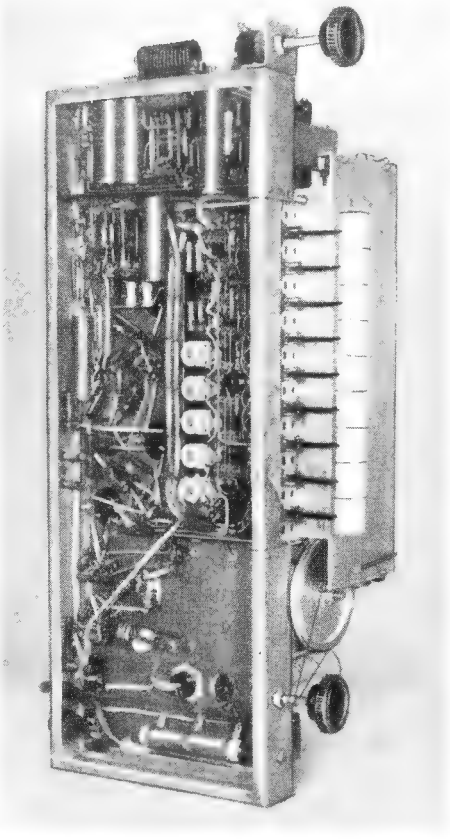


Bild 23. Verdrahtung des Gesamtgerätes

Stückliste für mechanische Teile

Verzinktes Eisenblech
- 1 Stück 310×90×1,5 mm für Skalenplatte (Bild 13)
- 1 Stück 220 × 40 × 1 mm für Skalenbefestigungswinkel (Bild 11)
- 1 Stück 60×20×1 mm für Zugschlitten (Bild 10)

Blankes Messing
- 1 Stück 41×8×1 mm für Zeigerschlitten (Bild 15)

Sonstige Einzelteile
- 1 Skalenrad, 75 mm ⌀
- 4 Umlenkrollen, 15 mm ⌀
- 3 Umlenkrollen, 12 mm ⌀
- 1 Stationswählerachse, 6 mm ⌀, etwa 70 mm lang
- 1 m Silberstahlachse, 3,5 mm ⌀
- 1 m Skalenseil (Textilseil)
- 0,5 m Gummiseil (Hutgummi)
- 1 Metallfeder, 20 mm lang, 3 mm ⌀
- 1 Skalenzeiger (vgl. Bild 15)
- 2 Lötösen für M 3 (Stocko Nr. RL 2005)

Eisenschrauben
- je 3 Stück Senkkopfschrauben 3 × 10 und 3 × 18 mm
- je 3 Stück Zylinderkopfschrauben 3 × 10 und 3 × 20 mm
- 6 Stück Zylinderkopfschrauben 3×10 mm
- 26 Stück Sechskantmuttern M 3

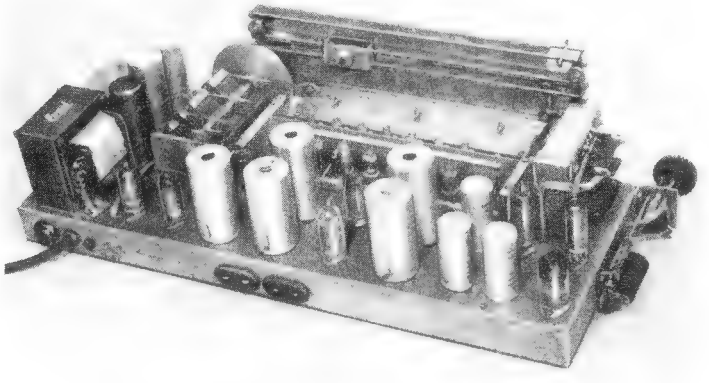
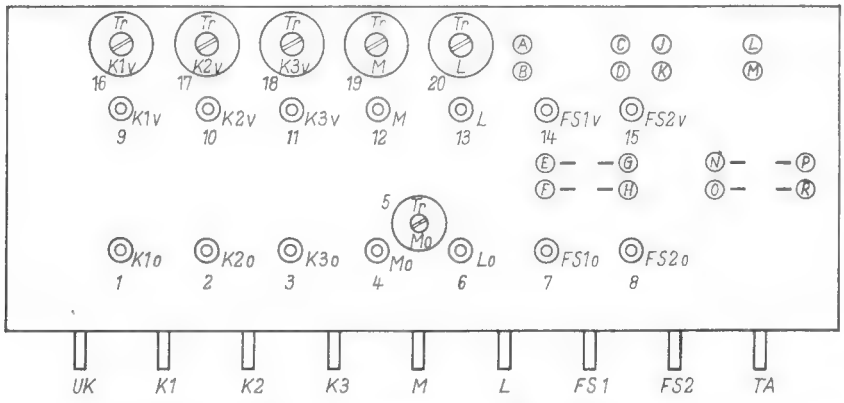


Bild 24. Rückansicht des betriebsfertigen Großsuperhets

Abgleichanweisung für den AM/FM-Großsuper 9952



1620...1080 kHz	A–D u. E–H	verbinden	1300...900 kHz	J–M u. N–R	verbinden
1150...800 kHz	A–B u. E–F	"	1000...680 kHz	K–K u. N–O	"
850...600 kHz	A–B u. C–D u. E–F u. G–H	"	700...520 kHz	J–K u. L–M u. N–O u. P–R	"

Bild 25. Abgleichpositionen des Drucktastensatzes

1. Oszillator-Abgleich

Bereich	Abgleichfrequenz	Bemerkungen
UKW	87 MHz	L-Abgleich durch Ändern des Windungsabstandes
	98 MHz	C-Abgleich
KW 1	12,5 MHz	Abgleichpunkt 1
KW 2	8,7 MHz	Abgleichpunkt 2
KW 3	5,6 MHz	Abgleichpunkt 3
MW	540 kHz	Abgleichpunkt 4
	1600 kHz	Abgleichpunkt 5
LW	160 kHz	Abgleichpunkt 6

2. Vorkreis-Abgleich

UKW	96 MHz	C-Abgleich
	89 MHz	L-Abgleich durch Ändern des Windungsabstandes
KW 1	13,5 MHz	Abgleichpunkt 9
	21,0 MHz	Abgleichpunkt 16
KW 2	9,0 MHz	Abgleichpunkt 10
	13,5 MHz	Abgleichpunkt 17
KW 3	6,0 MHz	Abgleichpunkt 11
	9,5 MHz	Abgleichpunkt 18
MW	570 kHz	Abgleichpunkt 12
	1450 kHz	Abgleichpunkt 19
LW	167 kHz	Abgleichpunkt 13
	360 kHz	Abgleichpunkt 20

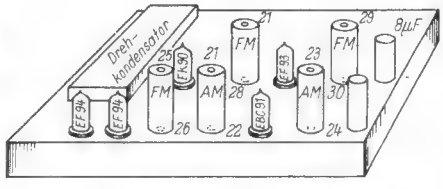


Bild 26. Abgleichskizze für den Zf-Teil

RADIO-Patentschau

Schaltungsanordnung zur Wellenbereichumschaltung

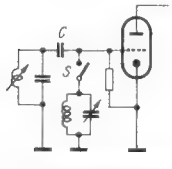
Ds PS 829 317; Telefunken, Berlin 7. 5. 1950

Wellenschalter im UKW-Kreis dämpfen und neigen zu Störungen. Zur Abhilfe liegt der UKW-Kreis laut **Schaltbild** über Kondensator C dauernd an der Röhre und der Mittelwellenkreis wird durch Schalter S bei Wellenbereichumschaltung dazu parallel geschaltet. C ist so gewählt, daß er trotz ausreichender Kopplung zwischen UKW-Kreis und Röhre bei geschlossenem Schalter die Anfangskapazität des Mittelwellenkondensators nicht unzulässig vergrößert.

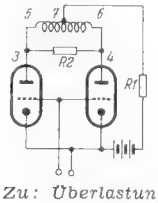
Einrichtung zum Schutz von parallel geschalteten Verstärkerröhren gegen Überlastung

DS PS 830 358, Patelhold Patentverwertungs- und Elektro-Holding A.-G., Glarus/Schwz. 21. 10. 1950

Die beiden parallel arbeitenden Verstärkerröhren sind laut **Schaltbild** mit dem Belastungswiderstand R 1 über eine Drossel 5 . . . 6 verbunden, der ein Widerstand R 2 = 4 R 1 parallel liegt. Ergibt sich für z. B. die



Zu: Wellenbereichumschaltung



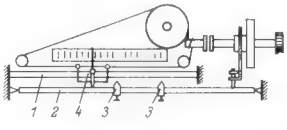
Zu: Überlastungsschutz

Röhre 4 eine Stromunterbrechung, so erscheint R 2 mit dem vierten Teil seines Wertes zwischen den Punkten 5 und 7. Die Röhre 3 ist deshalb mit 2 R 1 belastet und liefert den für sie normalen Strom. Entsprechender Schutz tritt auch bei einem Röhrenkurzschluß auf. Die Schaltung ist auch für mehr als zwei parallele Röhren entsprechend geeignet.

Einstellvorrichtung für Geräteskalen

Ds PS 829 913, Harry Preiß, Pforzheim; 21. 1. 1949

Parallel zu der Führung 1 **(Bild)** des Skalenzeigers liegt eine Stange 2, auf der mehrere Reiter 3 an beliebigen Stellen festklemmbar sind, die im Weg eines am Zeigerschlitten befestigten Anschlags 4 liegen. Der Zeiger und die Abstimmittel können nur bis zu jedem der Reiter bewegt und eine



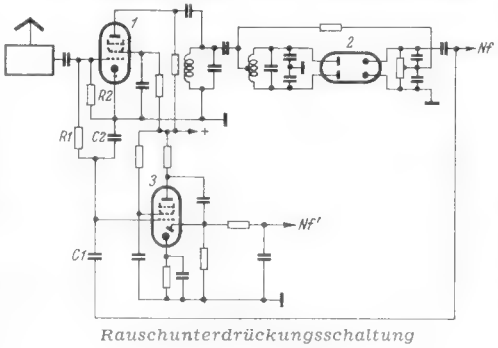
Einstellvorrichtung für mit Skala versehene Geräte

Anzahl Sender auf diese Weise leicht eingestellt werden. Erst nach geringfügigem Schwenken der Stange 2, die drehbar gelagert ist, kann das Abstimmittel weiter verstellt werden.

Rauschunterdrückungsschaltung in einem Empfänger für frequenzmodulierte Schwingungen.

Ds PS 829 907, 3 S. Text, 1 Schaltbild. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven Holland. 27. 8. 1950 (31. 8. 1949).

Die **Schaltung** sperrt den Nf-Teil bei fehlender Nutzspannung. 1 ist der Begrenzer, 2 der Demodulator und 3 eine Rauschverstärkerröhre, der über C 1 die Rauschkomponenten des Nf-Ausgangs zugeführt werden. Bei Nf' steht die Sperrspannung zur Verfügung. Um zu verhindern, daß Impulsstörungen eine Entsperrung bewirken, wird außer der mit ansteigender Eingangsamplitude stärker negativ werdenden Gittergleichspannung des Begrenzers die im Begrenzereingang vorhandene Nf-Wechselspannung über das Tiefpaßfilter R 1/C 2 (Grenzfrequenz ≳ 500 Perioden) der Rauschverstärkerröhre zugeführt. Das Gitter von 3 wird dann bei Impulsstörungen zwar stärker negativ, erhält aber gleichzeitig größere Wechselspannungn und liefert so die erforderliche Sperrspannung. Als geeignete Werte werden angegeben: R 1 = 0,5 MΩ, C 1 = 10 pF, R 2 = 0,1 MΩ, C 2 = 15 pF.



Rauschunterdrückungsschaltung

Stückliste für elektrische Einzelteile

Widerstände

1/1 Watt: 3 Stück je 90 Ω, 100 Ω, 250 Ω, 8 Stück je 1 kΩ, 1,4 kΩ, 1,6 kΩ, 2,8 kΩ, 3 kΩ, 5 kΩ, 2 Stück je 10 kΩ, 3 Stück je 20 kΩ, 2 Stück je 30 kΩ, 4 Stück je 35 kΩ, 3 Stück je 50 kΩ, 5 Stück je 100 kΩ, 0,3 MΩ, 3 Stück je 0,5 MΩ, 7 Stück je 1 MΩ, 2 MΩ, 5 MΩ
½ Watt: 30 kΩ 1 Watt: 100 Ω
6 Watt: 300 Ω, 10 kΩ

Keramische Kondensatoren

450 Volt: 20 pF, 5 Stück je 50 pF, 100 pF, 3 Stück je 200 pF, 300 pF, 500 pF

Rollkondensatoren (Wima)

500 1500 Volt: 1 nF, 3 nF, 6 Stück je 5 nF, 5 Stück je 10 nF, 5 Stück je 25 nF, 2 Stück je 0,1 µF, 2 Stück je 0,5 µF

Elektrolytkondensatoren

350 385 Volt: 3 Stück je 8 µF, 2 Stück je 50 µF

Niedervolt-Elektrolytkondensatoren

15 18 Volt: 4 Stück je 10 µF

Potentiometer (Dralowid)

1/1 Watt: 2 Stück je 5 kΩ, 1 MΩ mit einpoligem Schalter, log.

Netztransformator und Drossel (Engel)

1 Netztransformator N 4 b, primär 110, 125, 220 Volt, sek. 300 Volt, 0,1 A, 4 6,3 V, 2,5 A
1 Netzdrossel D 2,5, 10 H, 100 mA

Lautsprecher und Ausgangsübertrager

1 permanentdynamisches Breitbandsystem PMH 245, max. 7 Watt (Wigo)
1 Ausgangsübertrager für Gegentaktendstufe 2 × EL 90 (6 AQ 5) B.V. Nr. AGB 4100

Drehkondensator (Hopt)

1 Zweifach-Drehkondensator 2×540 pF + 2×20 pF erdunsymmetrisch, Typ 231.1

Sonstige Bauteile

1 Drucktastenaggregat (Markworth Sp 51 9 I), 2 Zf-Bandfilter 10,7 MHz (Dreipunkt B 10), 1 Ratiodetektorfilter 10,7 MHz (Dreipunkt B 11), 2 Zf-Bandfilter 468 kHz (Hoboton, Typ D), 1 Gleichrichter 300 B 100, Sokkel M (AEG), 2 Kristalldioden DS 80 (SAF), 7 Miniatur-Röhrenfassungen (Preh), 1 Noval-Röhrenfassung (Preh), 1 Sicherungs-Einbauelement mit Sicherung 0,8 A (Wickmann), 1 UKW-Antennenbuchse (Kathrein), 2 Doppelbuchsen (Dreipunkt), 2 Skalenlampen 6,3 V, 0,3 A (Osram), 2 Drehknöpfe (Mozar)

Röhren (Lorenz, Philips)

2 Stück EF 94 (6 AU 6), EK 90 (6 BE 6), EF 93 (6 BA 6), EBC 91 (6 AV 6), 2 × EL 90 (6 AQ 5), EM 71, ECC 81

Kreuzspulenwickelmaschine

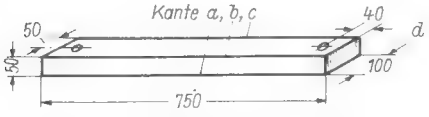
[Ergänzung zu den Konstruktionsseiten FUNKSCHAU 1952, Heft 14.]

Bei der Maßzeichnung für Teil 15 auf S. 266 fehlt das Maß für den Abstand zwischen den beiden Löchern mit 10 und 4 mm Durchmesser. Die Entfernung von Mitte Bohrung zu Mitte Bohrung beträgt hierbei 16 mm. Wir bitten, dieses Maß nachzutragen.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Einfache Biegevorrichtung

Der Schraubstock eignet sich schlecht zum Biegen längerer Kanten, z. B. bei Chassisblechen. Eine dafür geeignete Biegevorrichtung läßt sich jedoch leicht selbst herstellen. Von einem Schreiner besorgt man sich ein Stück Hartholz, etwa mit den Abmessungen 75×10×5 cm. In diesen Hartholzblock werden im Abstand von je 4 cm von den Enden (siehe **Zeichnung**) zwei Löcher mit einem Durchmesser von 6 mm gebohrt. Mit Hilfe zweier Holzschrauben wird das Hartholzstück am Arbeitstisch befestigt, so daß die Kante a mit der Tischkante vollkommen übereinstimmt.



Hartholzstück für eine einfache Biegevorrichtung

Der Biegevorgang selbst verläuft folgendermaßen: Das Blech wird zwischen Hartholz und Tischkante geschoben, bis die Biegelinie des Bleches mit der Kante a übereinstimmt. Sobald die beiden Holzschrauben fest angezogen sind, wird mit einem Stück Holz nach oben, also in Richtung Hartholzblock, gebogen. Bei stärkerem Material, z. B. 1,5 mm Eisenblech oder 2 mm Aluminiumblech, empfiehlt es sich, zusätzlich noch zwei Schraubzwingen zu verwenden, um genügenden Halt zu bekommen.

Soll eine gewisse Rundung des Biegematerials (z. B. eines Gehäuses) erreicht werden, so werden die Hartholzkanten b, c oder d mit einer Feile bearbeitet, bis die gewünschte Rundung erreicht ist, und dann zum Biegen benutzt.

Ferner kann man auch, um kleinere Materialstücke genau zu biegen, in der Mitte des Hartholzstückes zusätzlich eine Holzschraube anbringen, die dann je nach Bedarf wieder entfernt werden kann. Werner Martin

Das Bearbeiten von Trolitul

Bei der Bearbeitung von Trolitul entstehen oft unabsichtlich Schrammen oder Kratzer; diese werden folgendermaßen mühelos entfernt: Die beschädigte Seite des Trolitulstückes wird mit ganz feinem, wasserfestem Sandpapier unter dauerndem Anfeuchten des Stückes abgeschmirgelt. Empfehlenswert ist es, das Schmirgeln in gleichmäßig kreisender Bewegung vorzunehmen. Sind die größten Schrammen durch das Abschmirgeln beseitigt, dann wird das Trolitulstück mit einem trockenen Lappen sauber abgerieben. Das durch das Bearbeiten entstandene milchglasartige Aussehen des Stückes wird durch Verreiben einiger Tropfen Öl mit sauberer Polierwatte behoben. Um fensterglasartiges Aussehen zu erreichen, wird das Trolitulstück nochmals mit Polierpaste abgerieben. Es ist dann von Fensterglas kaum noch zu unterscheiden.
Werner Martin

Versilberung von UKW-Spulen

Blanke, freitragend gewickelte UKW-Spulen kann man selbst mit einfachen Mitteln versilbern, um die Leitfähigkeit und das Aussehen zu verbessern. Der Spulendraht wird sorgfältig abgeschmirgelt, die Spule gewickelt und anschließend in zehnprozentiger Ätznatronlösung, die man sich am besten in einer Drogerie ansetzen läßt, chemisch gereinigt (Hände schützen!). Die Spule wird dann gründlich mit klarem Wasser gespült und in ein gebrauchtes fotografisches Fixierbad gehängt. Am besten eignet sich dazu das Negativ-Fixierbad, weil es mehr Silber enthält als das Positiv-Bad. Nach einiger Zeit überzieht sich die Spule mit einer Silberschicht und kann dann abgespült, getrocknet, poliert und eingebaut werden.

Achtung auf Lötstellen am Heizkreiswiderstand!

Ein Allstromsuper wurde mit der Bemerkung zur Reparatur eingeliefert, daß der Empfang nach längerer Spieldauer aussetzt sowie Störgeräusche auftreten. Nach Inbetriebnahme des Gerätes und längerer Spieldauer machte sich ein leichtes Brodeln bemerkbar. Auf den Aussetzfehler wurde aber vergebens gewartet. Ein Überprüfen der Röhren auf Heizfadenunterbrechung, Abklopfen derselben, Reinigen der Röhrenfassungen führten zu keinem Erfolg. Auch eine Revision der Lötstellen nach einer schlechten oder gar kalten Lötstelle verlief ergebnislos. Die Wellenschalterkontakte waren ebenfalls in Ordnung. Beim Abklopfen des Heizkreisvorwiderstandes fingen die Skalenlampen zu flackern an. Dessen Lötstellen wurden nun einer genauen Prüfung unterzogen, aber auch daran war nirgends ein Fehler zu finden. Diese Prüfung wurde im ausgeschalteten Zustand ausgeführt.

Nach einer halben Stunde Einschaltzeit wurde der Widerstand abermals abgeklopft. Nun setzte die Heizung plötzlich ganz aus. Was war geschehen? Der Heizkreiswiderstand und ein mit zwei Laschen daran angelöteter Urdoxwiderstand hatten sich gegenseitig aufgeheizt. Durch die große Erwärmung war das Lötzinn weich geworden und verursachte den Aussetzfehler und das Brodeln. Nachdem der Fehler erkannt war, ließ er sich durch Versetzen des Urdoxwiderstandes an eine andere Stelle des Empfängers beheben.

Ein Heizkreiswiderstand mit kurzen Lötfahnen sollte nur durch Hartlöten oder Punktschweißen angeschlossen werden. Franz Pix

UKW-Störungen durch Christbaumschmuck

Ein Kunde klagte über Rauschen und Prasseln beim UKW-Empfang. Die Untersuchung ergab folgendes: Ein UKW-Superhet wurde an der eingebauten UKW-Antenne betrieben. In etwa 50 cm Abstand befand sich der Weihnachtsbaum mit Wachskerzen und ... Lametta!

Sobald die Fäden entsprechender Länge in Berührung mit anderen Fäden kamen, entstanden Störungen. Abhilfe brachte eine Abstandsvergrößerung zwischen Baum und Empfänger auf rund 4 Meter.
Ing. Heinz Bäumer

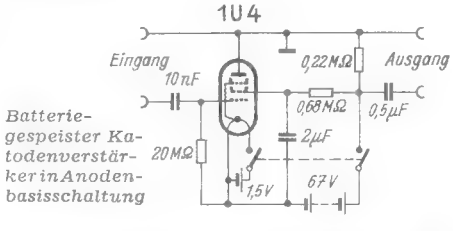
Zeitweilige Kurzschlüsse in Kondensatoren

Rundfunkgeräte, welche nach dem Auswechseln der schadhaften Sicherung wieder einwandfrei arbeiten, sind in der Reparaturpraxis nicht selten. Oft läßt sich, auch nach genauester Überprüfung der Einzelteile, die Ursache für das Durchbrennen der Sicherung nicht finden, und das Gerät wird in der Annahme, Netzspannungs-Schwankungen hätten die Sicherung ausgelöst, zurückgegeben. Eine häufige Ursache zeitweiliger Kurzschlüsse bildet der Hf-Schutzkondensator im Netzeingang von Empfangsgeräten. Entsteht in einem solchen Kondensator ein Kurzschluß, so fließt über ihn ein hoher Strom, der die Kondensatorfolie an der Kurzschlußstelle zum Verdampfen und somit den Kurzschluß zum Verschwinden bringt. Diese „Heilung" ist jedoch in den meisten Fällen nur von kurzer Dauer (außer bei MP-Kondensatoren), und nach einiger Zeit wiederholt sich der Vorgang.

Das Verdampfen der Folie an der Schlußstelle ist von dem Material, aus der sie gefertigt ist, ferner von der Fläche der Schlußstelle (Übergangswiderstand) und der Stärke des sie durchfließenden Stromes abhängig. Es ist daher verständlich, daß Kondensatoren, die direkt am Netz liegen und Kurzschluß machen, sich durch den hohen Kurzschlußstrom selbst heilen können. Kondensatoren, welche hinter einem Widerstand (Transformator, Drossel, Schutzwiderstand usw.) liegen, heilen sich seltener, da der Kurzschlußstrom durch den Widerstand begrenzt wird. Zeigt ein Gerät zeitweise Kurzschlüsse (Sicherungsdefekte) und die Ursache ist nicht festzustellen, so sind die verdächtigen Kondensatoren am besten durch neue zu ersetzen. Um sich zu überzeugen, ob der Fehler am Kondensator liegt, wird er mit einem Lötkolben erwärmt. Der Wickel läßt sich dann leicht aus der Hülse ziehen und nach Entfernen der Vergußmasse (mittels Trichloraethylen) aufwickeln. Zeigt der Wikkel Brandflecke, so ist der Fehler damit gefunden. H. Keiling

Batteriegespeister Katodenverstärker

Zur Spannungsmessung an hochohmigen Schaltungsteilen und für andere Meßzwecke ist der Katodenverstärker ein nützliches Zusatzgerät zu üblichen Meßgeräten. Wegen der Unabhängigkeit von äußeren Stromquellen, wegen des leichteren Transports und aus Gründen der Brummfreiheit würde man batteriegespeiste Katodenverstärker bevorzugen, wenn nicht die üblichen Schaltungen bei Batteriebetrieb verschiedene Nachteile hätten. So ergeben sie kaum höhere Verstärkungen als 0,85, zumal es keine steilen Trioden mit geringer Heizleistung gibt. Pentoden aber bringen Schwierigkeiten wegen der Schirmgitterspeisung. Der Schirmgitterstrom durchfließt nämlich zwangsläufig den in der Katode liegenden Arbeitswiderstand und verringert durch den dort verursachten zusätzlichen Spannungsabfall die verfügbare Anodenspannung und damit die erzielbare Verstärkung.



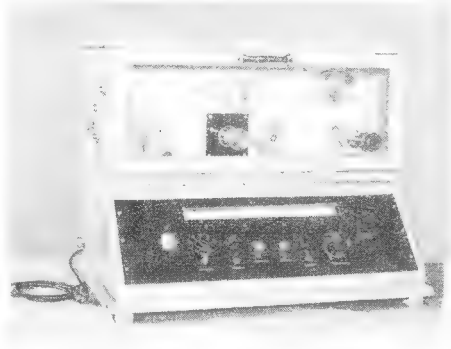
Batteriegespeister Katodenverstärker in Anodenbasisschaltung

Durch Anwendung einer Anodenbasis-Schaltung (s. **Bild**) umgeht man nach L. Fleming diese Schwierigkeiten. Die Anode liegt hier auf Erdpotential und damit gleichzeitig an Eingang und Ausgang der Stufe, während die Batterien „hochliegen". Diese Schaltung ergibt eine Verstärkung von 0,98 — also nahe der theoretischen Höchstverstärkung eines Katodenverstärkers — bei einem Frequenzbereich von 2 Hz bis 55 kHz (für max. 5 % Verstärkungstoleranz). Der Eingangswiderstand beträgt 200 MΩ, während der Ausgangswiderstand (mit etwa 40 pF Parallelkapazität) bei 20 kΩ liegt. Mit den angegebenen Werten kann die Stufe bis zu 10 V Eingangsspannung erhalten. hgm
(Electronics, Mai 1952, 178 ff)

Spannungsprüfgerät für Lackdrähte

Das abgebildete Spannungsprüfgerät dient zur elektrischen Spannungsprüfung von Lackdrähten nach den Vorschriften DIN E 46 453 und 46 454. Der Draht wird mit genau definierter Zugspannung um einen Metalldorn geschlungen und die Spannung zwischen Draht und Dorn automatisch mittels Motor und Regeltransformator bis zum eingestellten Wert der Prüfspannung oder bis zum Durchschlag gesteigert. Ein Durchschlag wird durch Aufleuchten einer Signallampe angezeigt und gleichzeitig der weitere Spannungsanstieg unverzögert abgebrochen, so daß die Durchschlagsspannung am Voltmeter abgelesen werden kann. Der Spannungsanstieg erfolgt mit 100 V/sec. bis zum Höchstwert von 6000 V. Der Regeltransformator wird mit erhöhter Geschwindigkeit auf 0 V zurückgeführt.

Der Draht kann weiterbewegt und erneut geprüft werden, ohne die mit einer 4 mm dicken Plexiglasscheibe versehene Schutztür zu öffnen. Auf diese Weise ist an einer ganzen Drahtrolle in kürzester Zeit eine beliebige Anzahl Spannungs- oder Durchschlagsprüfungen vorzunehmen. Beim Öffnen der Schutztür wird die Hochspannung absolut zuverlässig abgeschaltet — Hersteller: Phywe AG., Göttingen.



Spannungsprüfgerät für Lackdrähte

FUNKSCHAU - Auslandsberichte

Entstörung von Hf-Wärmegeräten

In Amerika ist ein Entstörungsfeldzug im Gange, durch den besonders die industriellen Hochfrequenz-Wärme-Anlagen gemäß den Richtlinien des FCC bis zum 30. Juni 1952 entstört werden sollten. Der zahlenmäßige Umfang der Anlagen und ihre große technisehe Verschiedenheit machen erhebliche Schwierigkeiten. Man rechnet mit 20 bis 40 Arbeitsstunden je Gerät für die Anbringung zusätzlicher Abschirmungen und Filter und mit weiteren 10 bis 20 Stunden, um die für die vorgeschriebenen Prüfurkunden notwendigen Messungen zu machen. Die Kosten in Höhe von durchschnittlich 300 bis 500 $ müssen von den betroffenen Firmen wohl oder übel getragen werden, weil unvorschriftsmäßige Geräte und Anlagen ohne Rücksicht auf Produktionsausfälle stillgelegt werden. Da in schwierigen Fällen besondere Raumabschirmungen notwendig sind, gehen einige Firmen dazu über, die strahlenden Apparaturen in unterirdische Räume zu verlegen, bei denen die natürliche Abschirmwirkung des umgebenden Erdreichs ausgenutzt werden kann. Wegen des großen Arbeitsumfangs, den die vorhandenen Spezialisten kaum bewältigen können wurden einige Bestimmungen gelockert. So können Mehrfachanlagen, die keine größere Fläche beanspruchen, als einem Umkreis mit 75 m Radius entspricht, für die Ausstellung der Prüfurkunde als eine Anlage betrachtet werden. Außerdem wurde die Entstörungsfrist für medizinische Diathermiegeräte bis zum 30. Juni 1953 verlängert.

Eine Übersicht über die Erfahrungen bei der Entstörung von Hf-Wärmegeräten vermittelt die **Tabelle.** hgm

Anlagenart	Frequenz	Maßnahmen
Hf-Maschinen (Motor-Generatoren)	bis 3000 Hz	keine, solange harmonische Strahlung geringfügig
Röhrengeneratoren	100...500 kHz	Abschirmung und Netzfilter
Löschfunkengeneratoren	200...500 kHz	Abschirmung (meist bei Herstellungsdatum vor dem 1. 7. 1947)
Quecksilber-Wasserstoff-Funkengeneratoren	20...70 kHz	Meist nur zusätzliche Schirmung und Netzfilterung
Kunststoff-Vorwärmer	6...160 MHz	Abschirmung des Röhrengenerators und des Elektrodenkreises
Kunststoff-Vorwärmer	6...50 MHz	Meist schon entstört. Falls notwendig, zusätzliche Abschirmungen
Holz-Verleimer, Gummi- und chemische Erhitzer oder Trockner	2...50 MHz	Verbesserung der Abschirmung
Kerntrockner in Gießereien	2...50 MHz	Meist schon entstört

(Electronics, Juli 1952, 14, 16)

Raumladungs-Reaktanz-Röhren

L. E. Williams weist darauf hin, daß man in der Hochfrequenztechnik zu Unrecht die Ausnutzung der arbeitspunktabhängigen Änderung von Röhrenkapazitäten vernachlässigt hat. Ausgehend von der Tatsache, daß eine Raumladung zwischen Gitter und Katode die dynamische Gitter-Katodenkapazität beeinflußt (Erhöhung um 33 % bei Trioden mit planparallelen Elektroden, deren Anodenstrom raumladungsbegrenzt wird), lassen sich zufriedenstellend arbeitende Reaktanzröhren für FM-Schaltungen usw. bauen. Bei gewöhnlichen Röhren ist die dynamische Gitter-Katoden-Kapazität reproduzierbar von den Betriebsdaten abhängig und eine leidlich lineare Funktion von Anoden- und Gittervorspannung. Sie kann um 1 pF oder mehr geändert werden. Schon mit diesem Wert sind praktische Anwendungen bei FM-Oszillatoren, elektronisch abstimmbaren Hf-Filtern und gewissen Empfangsschaltungen möglich, wobei die Grenze für die höchste Betriebsfrequenz nur durch Laufzeiteffekte und Elektrodeninduktivitäten gezogen wird.

Die Beschäftigung mit diesen Fragen ist übrigens für die Suche nach raumladungsabhängigen Störerscheinungen und die Beurteilungen von Frequenzverwerfungen in Röhrenschaltungen nützlich. hgm

(Electronics, Juni 1952, 166 ff.)

Wiedergabe von Schriftzügen mit Katodenstrahl-Oszillografen

Wenn man Schriftzüge naturgetreu auf den Schirm eines Katodenstrahl-Oszillografen übertragen will, benötigt man eine Anordnung, die unter dem Namen „Scriptoscop" von Hubby und Watson beschrieben wird. Hierbei wird als Schreibunterlage eine quadratische Holzplatte benutzt, um die parallel zu den Kanten und in die Platte eingelassen insgesamt vier rechteckige Spulen gewickelt sind, deren Ausgänge vier Verstärkern zugeführt werden. Das Schreibgerät erhält eine dünndrähtige Spule mit etwa 200 Windungen, die von einem 10-kHz-Hartley-ECO-Oszillator erregt wird. Beim Schreiben entsteht also ein bewegtes magnetisches Feld, das in den vier Spulen verschieden große Spannungen induziert. Diese Spannungen werden verstärkt, gleichgerichtet und zur Steuerung je eines Leistungsverstärkers benutzt, in dessen Katodenkreis jeweils eine der vier Ablenkspulen der Katodenstrahlröhre liegt. Die Ablenkspulen sind paarweise zur horizontalen und vertikalen Ablenkung angeordnet; die Röhre hat einen Bildschirm mit großer Nachleuchtdauer. Mit einem vom Schreibenden bedienbaren Schalter kann der Katodenstrahl zwischen den einzelnen Worten unterbrochen werden. Die Einstellung der richtigen Schriftgröße bei der Wiedergabe geschieht durch einfache Regelung des Erregerstromes in der Schreibgerät-Spule. hgm

(Electronics, Juli 1952, 144...145)

Sicherung empfindlicher Meßgeräte

Für Strommesser mit Meßbereichen unter 1 mA sind Schmelzsicherungen nur selten in der richtigen Größe erhältlich, mitunter sind sie auch zu träge. Wo sich der Aufwand lohnt, kann man stattdessen elektronische Sicherheitsschaltungen verwenden. Wenn man z. B. die Gitter-Katoden-Strecke einer Verstärker-Triode parallel zum Instrument legt und ein Thyratron nachschaltet, so wird das Thyratron geöffnet und trennt über ein Relais den Meßkreis auf, sobald die Spannung am Instrument und damit am Triodengitter einen bestimmten, vorher eingestellten Wert überschreitet. Allerdings ist diese Anordnung nicht wirksam, wenn die Überspannung in umgekehrter Richtung auftritt. Schaltungen, die in dieser Beziehung narrensicher sind, lassen sich nach dem gleichen Prinzip mit einer Verstärkerröhre, einem Thyratron, drei Glimmröhren und einem (ev. stabilisierten) Netzteil aufbauen und ergeben dann Gleichstromverstärker mit glimmröhrengekoppelten Thyratrons. Bei der Entwicklung und Einstellung solcher Sicherungsschaltungen ist eine Anzahl kleinerer Probleme zu lösen, die beispielsweise mit der im Zeigerausschlag des Instruments gespeicherten mechanischen Energie oder mit der geforderten Ansprechzeit und der Zeitkonstanten im Gitterkreis des Thyratrons zusammenhängen. Besondere Wünsche, wie z. B. Ansprechen bei doppeltem Vorstrom und fünffachem Rückstrom, lassen sich durch entsprechende Einstellung der Arbeitspunkte für die einzelnen Schaltungsteile leicht erfüllen. hgm

(Electronics, Juli 1952, 142...143)

Funktechnische Fachliteratur

Der Fernseh-Empfänger

Von Dr. Rudolf Goldammer. 144 Seiten mit 217 Bildern und 5 Tabellen. Preis kart. 9.50 DM, Halblein. 11 DM. Franzis-Verlag, München.

Gestützt auf eine umfassende Kenntnis der Fernsehempfänger-Schaltungstechnik entstand hier ein Buch, das vorwiegend zur Schulung der Kundendiensttechniker bestimmt ist. Darüber hinaus stellt es ganz allgemein eine vorzügliche Einführung in die Fernsehtechnik für alle dar, die bereits mit den Problemen des Hörrundfunks vertraut sind. Zahlreiche gut ausgewählte Bildbeispiele, Teil- und Gesamtschaltungen von Industriegeräten sowie die Darstellung bestimmter Vorgänge in ihren einzelnen Phasen (z. B. des Strom- und Spannungsverlaufes von Ablenkschaltungen) erhöhen den Wert des Buches. Die Hauptabschnitte behandeln: die Normen der Bildzerlegung, die Bildröhre, Breitbandverstärker, Hf-, Misch- und Zf-Stufen, Bildgleichrichter, Bild - Nf - Verstärker, Schwarzwertsteuerung, Erzeugung des Zeilenrasters, Netzanschlußgeräte, Empfänger - Service (mit Tabelle der häufigsten Fehler) und Empfangsantennen. Angenehm berührt das Bestreben des Verfassers, klar verständliche Fachausdrücke anzuwenden und nicht nur kritiklos ausländische Fachwörter zu übernehmen. Die weitgehende Verwendung neuester Industrieunterlagen und die knappe, aber inhaltsreiche Darstellung machen dieses Buch zu einer wertvollen Arbeits-Grundlage für jeden Fernsehtechniker. Li

Kurzzeichen für metallische Werkstoffe

Bearbeitet von Dipl.-Ing. M. Wandelt. 44 Seiten. Band 3 der „DIN-Normenhefte". Preis: 3,75 DM, Beuth-Vertrieb GmbH. Berlin W 15 und Köln 1.

Um die zahlreichen Werkstoffsorten in Stücklisten und im Schriftverkehr auseinander halten zu können, wurden Kurzzeichen dafür eingeführt. Das Normenheft 3 bringt eine alphabetische Zusammenstellung der rund 800 bisher geschaffenen Kurzzeichen und bildet damit ein wichtiges Hilfsmittel für die Anwendung der Werkstoffnormen.

Elektrische Prüfung von Kunststoffen nach amerikanischen Normen

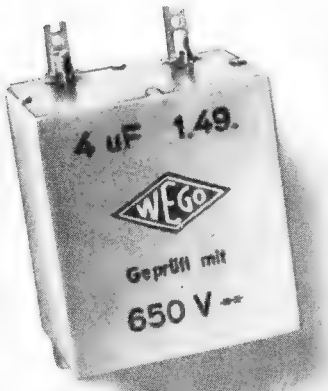
Von W. Krassowsky, 56 Seiten. Band 14 der „DIN-Normenhefte". Preis: 3 DM. Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin W 15 und Köln 1.

Normenheft 14 enthält eine gekürzte deutsche Bearbeitung der amerikanischen Prüfverfahren für Kunststoffe mit vergleichenden Hinweisen auf die deutschen VDE-Vorschriften. Die Beschreibungen der Meßgeräte und Meßverfahren bieten dem Prüffeldtechniker wertvolle Anregungen für den Bau von Meßeinrichtungen und erleichtern das Studium der Originalveröffentlichungen.

Kunststoff-Ratgeber

Von Kurt Brandenburger. 227 Seiten, 215 Bilder und Zeichnungen. 2. Auflage. Preis: Halbleinen 18,80 DM. Verlag W. Girardet, Essen.

Neben der spanabhebenden und spanlosen Verformung von Metallteilen ist das Pressen von Kunststoffen zu einem der wichtigsten industriellen Herstellungsverfahren geworden. Um die vielen Arten der Kunststoffe richtig einzusetzen und zweckentsprechend zu formen ist dieses Buch wirklich ein guter „Ratgeber". Allein die 8-seitige Tabelle der verschiedenen Handelsnamen von Kunststoffen mit ihren Herstelleranschriften ist dadurch wertvoll, daß sie die vielfältigen Phantasienamen auf Normenbezeichnungen zurückführt. Der Hf-Techniker sollte sich aus diesem Buch unterrichten, welche elektrischen und mechanischen Forderungen er an Preßteile stellen kann. Li



Statische Kondensatoren
Elektrolyt-Kondensatoren
Störschutz-Kondensatoren

WEGO-WERKE
RINKLIN & WINTERHALTER
Freiburg i Br. · Wenzingerstr. 32

Ich kaufe ständig:

USA-Röhren
Deutsche Röhren
Spezial-Röhren

und erbitte preisgünstige Angebote

Radio-Röhren-Großhandel, Friedrich SCHNÜRPEL
München 13, Heßstraße 74

BC 342
BC 375 (auch Zubehör)

möglichst in Original-Zustand gegen sofortige Kasse zu kaufen **gesucht.** Ausf. Angebote m. Preis erbeten unter Nummer 4234 F

Die Bastlerquelle

NORDBAYERN S bietet an:

Ferrit-Antennen DM **3.95**

Phono-Motor „Dual", 100-240 V∿, Außenl. DM **28.50**

Univers. Meßgerät „Gossen", 100µ A. Güteklasse 1,5, 100 mm ⌀ . . . . DM **20.-**

1/7 **PS-Motor,** 27 Volt, Allstrom . . . . . DM **10.-**

UKW-Industrie-Einbauteile mit Röhre ab . . . . . DM **20.-**

Röhren RS 289 DM 4.-, RV 210 DM 6.-, D-21-Ser. bill. u. v. and.

RADIO-TAUBMANN
NÜRNBERG · Vordere Sterngasse 11

Wir zahlen zur Zeit für

StV 280/80 Z . . .	16.50
829, 832	15.—
StV 280/80	13.50
866 (A)	7.
StV 150/20	6.—
6L6, 807	4.50
StV 150/15, 1A7, 1N5, 3Q5	3.50
StV 70/6, 1H5, 1LC6, 3A5, 6AC7, 6AG7, 6SL7, 6B8, 6SN7, 307A . . .	3.—
12SJ7	2.50
KTW 61	2.—

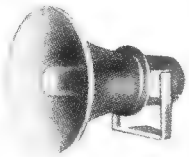
Ferner suchen wir 1B5, 1D7G, 100TH, 304TL, 810, 4017B, 4033A, 4242 u. a. mehr.

MARCSINYI
BREMEN
SCHLIESSFACH 1173

BEYER

Heilbronn a. N. · Bismarckstraße 107

Exponentialhorn-Lautsprecher mit Druckkammersystem



10 Watt und 25 Watt

Frequenzbereich 200—10000 Hz. Richtcharakteristik gerichtet. Horn zweifach gefaltet, vertikal schwenkbar, wetterfest

Für Kommandoanlagen, Autoanlagen, Sportplätze, Polizei, Eisenbahn

---

400 bis 500 Röhren

RL 12 T 1

zu kaufen gesucht.

Eilangebote unter Nr. 4258 H erbeten.

Der strahlende **KÖRTING** *Klang*

Amelior 53 W

Der UKW-Großsuper
2 Lautsprecher

Die Raumklang-Kombination!

8 Röhren – 10/14 Funktionen
8+1 AM – /11 FM – Kreise

DM 396.-

Körting RADIO

KÖRTING RADIO WERKE
OSWALD RITTER G.M.B.H. GRASSAU / CHIEMGAU

SONDERANGEBOT
für **FUNKSCHAU**-*Leser!*

Das Radio-Baubuch

(Moderne Schaltungstechnik in Worten, Bildern und Daten)

von
Herbert G. Mende
Beratender Ingenieur VBI

stellt eine unentbehrliche Ergänzung zu den Veröffentlichungen des gleichen Verfassers in der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI dar.

Es enthält u. a. viele wertvolle Winke und Ratschläge für den Bau und weiteren Ausbau moderner Radiogeräte, für die zweckmäßige Auswahl und Berechnung von Schaltungen und für die richtige Dimensionierung von Spulensätzen.

Wir haben eine Anzahl Exemplare der Restauflage für FUNKSCHAU-Leser reserviert zum Sonderpreis von

DM 9.90

(portofrei bei Voreinsendung des Betrages, sonst Nachnahme + Porto).
Zwischenverkauf vorbehalten!

Allgemeine-Rundfunk-Technik G.m.b.H.

Bielefeld, Postfach 41, Postscheckkto. Hannover 109 200

Wir bieten ab Lager folgende Stabilisatoren an:

235 Stck. STV 75/15 Klasse A Preis p. Stck. **3.95** | 270 Stck. STV 280/40 Klasse A Preis p. Stck. **15.50**
65 Stck. STV 100/60 Z II. Kl. A Preis p. Stck. **15.—** | 160 Stck. STV 280/40 Klasse B Preis p. Stck. **13.90**

Klasse A gemessen nach Fabrikbedingungen: ± 5%, Klasse B Toleranz: ± 7,5%

Preise netto Versand per Nachnahme mit 10tägiger Übernahmegarantie ab DM 50.— spesenfrei.
Wir kaufen jede Menge STV 150/15, 150/20, 280/40 Z, 280/80, 280/80 Z, 280/150, 280 150 Z.

HERRMANN K. G., BERLIN, Hohenzollerndamm 174

Zur Ergänzung

unseres Mitarbeiterstabes

suchen wir:

1. Vertreter des Chefkonstrukteurs

In Frage kommt nur eine überdurchschnittlich begabte Kraft mit langjähriger Praxis, die gründliche Kenntnisse auf den Gebieten Hochfrequenz, Nachrichtentechnik u. Rundfunkgerätebau nachweisen kann.

2. Zwei befähigte Konstrukteure

für die gleichen Sachgebiete. Anfänger interessieren nicht.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltswünsche und des Eintrittstermins erbeten an

SABA-Schwarzwälder Apparate-Bau-Anstalt
AUGUST SCHWER SÖHNE GMBH
VILLINGEN - SCHWARZWALD

Hoch- oder Fachschul-Ingenieur

als Gruppenleiter für Werkzeug- und Vorrichtungs-Konstruktion unserer Rundfunkgeräte u. Metallwarenfertigung gesucht.

Bewerbung mit den üblichen Unterlagen an

GRAETZ K.-G. · ALTENA/WESTF.

Ein tüchtiger Betriebsassistent

mit umfassenden Kenntnissen und Erfahrungen in allen Fragen der Fertigung, des Fertigungsablaufes und des Materialdurchlaufes, findet in maßgebendem Radiowerk in Süddeutschland Gelegenheit, sich als rechte Hand des Betriebsleiters zu bewähren. Organisatorische Begabung und die Fähigkeit, den Betriebsleiter von Fall zu Fall zu vertreten, werden als selbstverständlich vorausgesetzt. Gewandte Kräfte — Höchstalter 35 — mit sicherem Auftreten, die sich auf den Umgang mit einer größeren Belegschaft verstehen, werden gebeten, ihre Bewerbungsunterlagen einzureichen unter St. R. 18843 an Annoncen-Expedition Carl Gabler GmbH, Stuttgart-N, Calwer Straße 20.

Norddeutsche Spezialfabrik

für Antennen und Einzelteile für die Rundfunk-Industrie

sucht noch in einigen Bezirken bei Rundfunk-Großhandel u. Geräteindustrie

bestens renomierte Vertreter!

Zuschriften unter 4255 G

Rundfunkmechaniker

welcher in der Lage ist, selbständig Rundfunk-Reparaturen und Aufbau von Übertragungs- und Verstärker-Anlagen auszuführen, mögl. mit englischen Sprachkenntnissen, in gut eingerichteter Werkstätte für Vertrauens-Posten zum baldigen Eintritt gesucht.

OTTO SÜNDER · ELEKTRO-RADIOHAUS
NECKARSULM/Württemberg beim Bahnhof - Telefon 374

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Radiomechan. (Österr.), 10 J. Praxis, selbst. s. Stelle in München od. Umgb. Zuschr. u. H 4235

Jüng. **Rundfunkmech.** von Radio- u. Elektrofachgeschäft in größ. Stadt Niederbay. p. sof. ges. Vertrauensstellg. Bewerb. muß f. Verk. u. Kundendst. best. geeign. sein. Ausf. Bew mit Gehaltsanspr. unt. F 4252

Jg. Rdfk.-Techn. nicht üb. 25 J., ld., abgeschl. Lehrausbildg. z. sofort. Antritt in Kleinstadt (Raum Osnabrück) ges. Schlafgelegenheit vorhand. Zuschr. u. G 4249

Rdfk.-Mech. 22 J., sucht Stellg. in der Ind. od. größ. Betrieb. Ang. u. A 4248

Technik., Rdfk.-Mech.-Mstr., 29 Jh., HTL., in ungek. Stellg., langj. Prax. i. Lab. u. Fertig., auch Elektrofeinmech., sucht neu. Wirkungskr. in leit. Stellung. Auch Randgeb. z. B. Elektromediz. usw. erwünscht. Zuschr. erb. unt. B 4243

VERKAUFE

Elektr. Laufwerke, Perpetuum Ebner, neu, 220 V. DM 30.- abzugeb. Ang. unt. V 4250

Magnettonbänd. Typ L, 1000 m nur 4.50 DM. Bestellungen u. L 4236

Betriebsf. Philips - Oszillogr. geg. Höchstgeb. Ang. an E. Mügge, (23) Sandkrug/Oldbg.

Verk. kl. Posten Meßgleichrichter i. Graetz-Schaltung (Maikäfer). Ang. unt. G 4252

Alu-Bleche 1; 1,5; 2 u. 3 mm 7.95 DM pro kg, in belieb. Abmessung, lieferb., jetzt a. Alu-Rohre u. Alu-Winkel. Jak. Hermanns, Dremmen/Rhld., Lambertusstraße 22

R & S-Meßsend.-Type SMF, wenig gebr. zu vk. Hackenberg, Wuppertal-E., Postf. 329

Radio-Werkst. in Südbayern, eingef., kpl. m. Instrum. u. PKW weg. Todesfall z. verk. Ang. unt. D 4244

Gut eingef. Rdfk.-Einzelhandelsfa. in nordd. Kreisstadt umständeh. z. verpacht. od. verkf. Ang. unt. B 4239

Biete Metz - Musikus-Tonbandger., Mikrofon Band fabrikn. u. Dual-Phono-Chass. 260 U mit Tonarm CS 2 neuwert. Ang. unt. K 4240

SUCHE

Erb. Eilangeb. i. Audiometer. Zuschr. u. H 4246

Oszillographen, Labor-Meßger., kauft laufd. Charlbg.-Motoren- u. Geräteb., Berlin W 35, Potsdamer Straße 98

Radioröhr. Restpostenankf. Atzertradio Berlin SW 11, Europahaus

Relais 24 V/150 mA (1 × umschalt.) verwend. in Fl 47371/1, ges. ELOG Berlin-Steglitz

Suche gebr., gut erhalt. **Wickelmasch.** f. Werkstattbetr. Preisangeb. erb. unt. K 4253

Ehrenmal 0,8 kW zu kf. ges, a. unkompl. sowie Zubeh.; fern. **Köln E 52 u. 53** z. kauf. ges. Ang. erb. unt. H 4241

TAUSCHE

Biete kom. KW-Sender 40 u. 80 m/35 Watt, A 1, A 2, A 3, betr. kl. Suche Verstärk. 25 Watt, mögl. Mischpult. Ang. u. H 4247

VERSCHIEDENES

Suche dring. zu kf. od. leihw.: Funk - Auslese Febr. 1941, Heft 6, Juni 1941, Heft 2, Dez. 1941, Heft 4/5. Zuschr. unt. C 4238

Schweizer-Radio-Spezialgeschäft

sucht tüchtigen und initiativen

RUNDFUNK-MECHANIKER

als Mitarbeiter für Werkstatt und Außendienst. Strebsamen Fachmann wird ausbaufähige Dauerstellung geboten

Handschriftliche Offerten mit Bild unter Nummer Z. 4242

Rundfunkmechaniker

mit Verkaufserfahrung vom Fachgeschäft an der Schweizer Grenze für Reparatur u. Außendienst gesucht. PKW - Führerschein erwünscht. Schriftliche Bewerbungen mit Zeugn. u. Bild erbeten an

ALFONS SIEBLER · ERZINGEN
Kreis Waldshut, Baden

Reparaturkarten
T. Z.-Verträge
Reparaturbücher
Außendienstblocks
Bitte fordern Sie kostenlos

Nachweisblocks
Gerätekarten
Karteikarten
Kassenblocks
unsere Mitteilungsblätter an

„Drüvela" DRWZ Gelsenkirchen

Blaupunkt

Wir suchen für unser Werk in Hildesheim einen

KONSTRUKTIONSLEITER

der über Erfahrungen auf dem Gebiet der Konstruktion von Heimempfängern und Fernsehgeräten verfügt. In Frage kommen nur Herren, die auf diesem Gebiet mit Erfolg gearbeitet haben. Die Stelle ist mit einem gutem Einkommen verbunden. Wohnung wird in Hildesheim in Aussicht gestellt.

Herren, die vorgenannte Bedingungen erfüllen, bitten wir, ihre Bewerbung unter Beifügung eines handgeschriebenen Lebenslaufes und von Zeugnisabschriften mit Angabe des frühesten Eintrittstermines zu richten an

BLAUPUNKT WERKE GMBH., Personalleitung, DARMSTADT

Gute Existenz!

Radio-Elektro-Geschäft mit Büro (Telefon) und Werkstatt in München, wegen fam. Verhältn. preisgünst. zu verkauf.

Zuschr. unt. Nr. 4257 R

20000 Wickm. Feinsich. 0,5-1 A., 5x25 mm	je DM	-.04
4000 Hescho ker. Kond. 4 pF	je DM	-.05
1000 Hescho Trimmer 5-45 pF	je DM	-.10
10000 Sik.-Kond. 1000-20000 pF	je DM	-.10
20000 Widerst. 1/4-2 Watt	je DM	-.05
300 Hescho Wellensch. 2x3 m. Silberkont.	je DM	1.—
200 Einkreis-Spulensätze	je DM	-.50

SÜRAG, Süddeutsche-Radio-Gesellschaft
NÜRNBERG, PARZIVALSTRASSE 70

Zuverlässiger Radiomechaniker

m. Verkaufserfahrung, an selbst. Arbeiten gewöhnt, für Reparatur u. Außendienst v. Witwe in Dauerstellung ges. Wohnung vorh., Pkw-Führersch. erw., Schriftl. Bewerb. mit Zeugnis u. Lichtbild erb. u. M 4253

Unser **großer, reich illustrierter**

RADIO-EINZELTEILE-KATALOG

mit allen Sonderangeboten **erscheint in Kürze.**

Ein wertvoller Einkaufshelfer für jeden Radio und KW-Amateur.

Vorbestellung geg. Einsend. von -.50 in Briefm. erb.!

RADIOHAUS Gebr. BADERLE
HAMBURG 1, Spitalerstr. 7, Fernsprecher 32 79 13

Röhren-Sonderangebot 5/52

Alle Röhren in bunter Faltschachtel, mit 6 Monaten Garantie. Verlangen Sie unsere neue Lagerliste über alle weiteren Radio-Elektroartikel.

Nettopreise

ACH 1	11.90	**AM 2**	10.50	**VF 7c**	10.95
ABC 1	7.20	**CK 1**	10.95	**AK 2**	9.95
AF 2	5.95	EF 40	7.50	UCH 81	10.50
AF 3	6.25	EF 41	5.95	UCL 11	10.90
AF 7	4.95	EF 42	7.75	UFL 11	9.50
AL 4	7.50	EF 43	7.95	UF 41	5.95
AZ 1/11	1.85	EF 80	7.50	UF 42/43	8.90
CBC 1	5.90	EFM 11	6.95	UF 80	8.70
CY 1	3.95	EK 2	8.95	UL 41	6.50
EAF 42	6.25	EL 2	4.95	UM 4/11	6.70
EAB 1	7.20	EL 3 N	6.50	UY 11/41	3.20
EBC 3/11	6.50	EL 11	6.95	UCH 21	9.90
EBF 2	4.95	EL 12	7.95	RES 964	7.95
EBF 11	7.90	EL 41	6.50	RENS 1284	8.50
EBF 80	8.25	EL 42	6.95	E 2 d (AL 4)	4.50
EBL 1	8.90	EM 4	6.20	P 2000	6.50
EBC 41	5.90	EM 11	6.30	LV 5	1.50
ECF 1	8.95	EM 34	6.—	1 R 5 = DK 91	5.95
ECC 40	8.95	EQ 80	8.90	1 S 5 = DAF 91	4.50
ECH 3 s	5.50	EZ 2	3.30	1 T 4 = DF 91	5.—
ECH 3	7.50	EZ 11	3.60	1 L 4	5.30
ECH 4	8.70	EZ 12	3.75	3 Q 4 = DL 95	6.50
E1 R = ECH4	5.50	UAF 42	6.50	3 V 4 = DL 94	6.50
ECH 42	7.25	UBF 11	8.25	6 C 5	1.60
ECH 81	10.50	UBC 41	5.95	6BA6 = EF93	5.90
ECL 11	9.90	UCH 11	9.90	12 BA 6	5.90
EF 6	4.95	UCH 42	7.50	25 Z 6	4.50
EF 9	4.50	LD 2	2.50	35 L 6	5.95

Alle Telefunken-, Valvo- und Lorenz-Röhren usw. Originalverpackt liefere ich mit 30 % Rabatt.

Miniaturröhrensatz: netto 19.95 DM
1 R 5 = DK 91, 1 S 5 = DAF 91, 1 T 4 = DF 91, 3 S 4 = DL 92

Rimlocksätze äußerst billig

EAF 42 + ECH 42 + EL 41 + AZ 41 . . . . . 18.50
EAF 42 + EAF 42 + ECH 42 + EL 41 + AZ 41 . . . . . 23.65
EAF 42 + EAF 42 + ECH 42 + EL 41 + AZ 41 + EM 4 . . 27.65
oder Magisches Auge nach Wahl EM 11 oder EM 34
UAF 42 + UCH 42 + UL 41 + UY 41 . . . . . 19.70
UAF 42 + UAF 42 + UCH 42 + UL 41 + UY 41 . . . . . 24.85
UAF 42 + UAF 42 + UCH 42 + UL 41 + UY 41 + UM 4 . 29.35

Lötzinn 60 % 250 Gramm m. Kol. Seele 4.95
200 Nietlötösen, 1 Fahne starkwandig 1.20
Elektr.-Dyn. Lautsprecher 3,5 W, ∅ 220 mm m. Trafo 5.50

Versand nur Nachnahme ab 50.— DM spesenfrei 3 % Skonto

RA-EL VERSAND HEINZE, COBURG
Großhandlung
Hindenburgstraße 3/3 · Schließfach 507 · Tel. 3433

Sonderangebote

Sikatrop-Kondensatoren
1000 pF 500 V . . DM -.15
1000 pF 700 V . . DM -.17
2500 pF 250 V . . DM -.15
2500 pF 500 V . . DM -.16

Fassungen f.
Außenkontakt Rö. DM -.15
Octal Rö. DM -.23
LS 50 Rö. DM -.60
MSTV 160/40 Z DM -.90

Potentiometer „Siemens"
25 kOhm, lin . DM -.40
500 kOhm, lin . DM -.40
1 MOhm, lin . DM -.40
1 MOhm, log . DM -.40

Rosenthal-Widerstände
10 kOhm 15 W DM -.53
5 kOhm 55 W DM -.68
5 kOhm 125 W DM -.87
30 kOhm 125 W DM -.94

Lautsprecher, permanent-dynamisch
„Siemens" 3 Watt, 13 cm Korb ∅ m. Ausg. Trafo . . . DM 8.95
„Pertrix" 4 Watt, 17 cm Korb ∅ m. Ausg. Trafo . . . DM 9.60
„Siemens" 6 Watt, 20 cm Korb ∅ m. Ausg. Trafo . . . DM 14.—

Verlangen Sie bitte kostenlose Zusendung meiner Preisliste. Versand gegen Nachnahme

Wolfgang Mötz, BERLIN-CHARLOTTENBURG 4, Mommsenstraße 46

Gleichrichter für alle Zwecke, in bekannt. Qualität
2-4-6 Volt, 1,2 Amp. 2 bis 24 Volt, 1 bis 6 Amp.
6 Volt, 5 Amp. 6 u. 2 Volt, 12 Amp.
6 u. 2 Volt, 6 Amp. 2 bis 24 Volt, 8 bis 12 Amp.
Sonder Anfertigung · Reparaturen
Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos lieferbar
H. KUNZ · Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10, Tel. 322169

USA - Deutsche
Kommerzielle Sende - Röhren
BC 1000 - 611 - 348 - 312 - 314 - 342 - 344 - 221, Fuge 16, Handy - Walkie - Talkie
auch Einzelteile davon, zu kaufen gesucht.
ANGEBOTE UNTER NUMMER 4251 R

TRANSFORMATOREN
Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen
Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

V. SCHACKY UND WÖLLMER

MÜNCHEN, JOH.-SEB.-BACH-STRASSE 12

Wir bieten dem Fachhandel laufend eine große Auswahl an Rundfunkgeräten der vergangenen Saison zu ganz besonderen Preisen und Konditionen. Es handelt sich hierbei um Restposten aus Partiewaren, **neu,** in Originalverpackung und mit Garantiekarte. Wir empfehlen Ihnen, unser Angebot für Ihre Kunden, die Gelegenheitskäufe zu besonders günstigen Preisen vorziehen. In Anbetracht der außerordentlichen Preise liefern wir nur gegen Nachnahme.

Versand erfolgt franko franko per Expreßgut.

Braun
560 W Preßstoff MA
5 Rö 6/1 Kr. 98.-
715 W Preßstoff
7 Rö 6/5 Kr. 123.-
725 W Preßstoff
7 Rö 6/5 Kr. 133.-
735 W Ratio-Det. MA Holz 7 Rö 6/7 Kr. 180.-
740 W Holz MA
9 Rö 8/10 Kr. 240.-
776 W Holz MA Phono
8 Rö 7/8 Kr. 256.-
860 W Holz MA
8 Rö 6/8 Kr. 185.-
950 W Phono-Einfpl.
8 Rö 7/1 Kr. MA . 280.-
960 W Ph.-Zehnfachpl.
8 Rö 7/1 Kr. MA . 325.-

Jotha
Königsfeld o MA Holz
6 Rö 8 Kr./UKW 125.-

Krefft
517 W MA Holz
7 Rö 6/7 Kr. 160.-
519 W MA Holz
9 Rö 8/9 Kr. 210.-
519 GW Holz MA
7 Rö 8/9 Kr. 230.-

BESONDERS GÜNSTIG
Lumophon
661 W Holz MA
6 Rö 6/8 Kr. . 145.-
661 GW Holz MA
6 Rö 6/8 Kr. . 145.-
671 W Holz MA
9 Rö 6/9 Kr. . 170.-
671 GW Holz MA
9 Rö 6/9 Kr. . 170.-

Lorenz
Wendelstein Preßstoff
5 Rö 6/6 Kr. 95.-
Havel W Holz
5 Rö 6/6 Kr. 115.-

Säntis W Holz
7 Rö 6/9 Kr. 167.-
Watzmann W Holz
6 Rö 6/8 Kr. 170.-
Zugspitze W Holz
6 Rö 7/9 Kr. 195.-

Mende
186 GW Holz MA
6 Rö 8/6 Kr. 165.-

Metz
Java GW Preßst. MA
4 Rö 6/1 Kr. 98.-
Java GW Holz MA
4 Rö 6/1 Kr. 140.-
208 GW u. W Preß. MA
6 Rö 6/6 Kr. 103.-
202 W Preßstoff
6 Rö 6/5 Kr. 105.-

Philips
Sirius W Preßstoff MA
6 Rö 6/2 Kr. 125.-

Capella Holz MA
15 Rö 15/18 Kr. . 395.-

Siemens
SH 511 W Preßstoff
5 Rö 6/4 Kr. 125.-
SH 502 W Holz MA
5 Rö 6/6 Kr. 160.-
SH 712 W Holz MA
8 Rö 6/7 Kr. 170.-

Schaub
Kongreß W Holz
6 Rö 6/6 Kr. 95.-
Regina W Preßstoff
7 Rö 6/8 Kr. 125.-
Reg. Nova W Holz MA
6 Rö 6/8 Kr. 145.-
Regina W Holz MA
6 Rö 6/8 Kr. 185.-
Smaragd W Holz MA
8 Rö 6/8 Kr. 145.-
Koralle W Holz MA
6 Rö 6/6 Kr. 167.-

Tekade
482 GW Preßstoff elf.
5 Rö 6 Kr. 88.-
165 W Holz
6 Rö 6/2 Kr. 145.-

Telefunken
Allegretto W Preßst.
4 Rö 6/5 Kr. 98.-
Capriccio GW Preßst.
4 Rö 6 Kr. 98.-
Kurier W Preßstoff MA
6 Rö 6/5 Kr. 145.-
Kurier W Holz
6 Rö 6/5 Kr. 150.-
Operette W Holz MA
8 Rö 7/8 Kr. 135.-
Rhythmus W u. GW Holz MA
6 Rö 6/5 Kr. 195.-
Opus W Holz MA
9 Rö 8/10 Kr. . . . 325.-

Wega
Diana W Holz MA
7 Rö 6/8 Kr. 165.-

Zwischenverkauf vorbeh. Bei Ihrer gesch. Bestellung bitten wir um Angabe Ihres Expreßgutbahnhofes. Prompteste Lieferung wird zugesichert. Lieferung nur an den Fachhandel. Falls Sie uns die Bestätigung über Ihren Gewerbebetrieb noch nicht geschickt haben, bitten wir bei Bestellung um Mitteilung Ihrer Gewerbe-Nr.

Netztransformatoren
Eingangs-, Ausgangs-Transformatoren
Netzdrosseln
Drahtwiderstände
Rundfunkspulen
GROSS-SERIEN · KLEIN-SERIEN · EINZEL-ANFERTIGUNG
GRAUPNER & DOERKS
Spezialfabrik für Transformatoren, Drahtwiderstände u. Spulen
Wiesthal/Ufr.
Kreis Lohr am Main
FORDERN SIE BITTE PREISLISTE AN

MAGNETTON
Bastlerteile, Papst-Mot., Opta-Köpfe, Spez.-Übertrager u. Abschirmmittel, Kleinmaterial, komplette Kleingeräte.
Bitte Liste anfordern
Dr. Georg Puluy
(13a) Bayreuth
Robert-Koch-Str. 8

RESTPOSTEN
aus früherer Fabrikation
ca. 6000 Widerst. 1/4-100 Watt
ca. 7000 Rohr- und keram. Kondens. 18-50000 pF, Stabilisatoren 280-40, HF-Litze u. Kupferlackdrähte in versch. Dimensionen, Instrumente u. v. a. weit unt. Preis zu verk.
A. L. LEHMENSIEK
Lübeck, Fleischhauerstraße 25

UKW-Kabel
prima Qualität, wetterfest, 2 x 0,5 Cu-Ader, fabrikfrisch Must.grat.
Wilhelm Voss
Antennen- und Gerätebau
OLPE i/W., Postfach 218

Lautsprecher-Reparaturen
erstklassige Original-Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung
Spezialwerkstätte
HANGARTER · WANGEN
bei Radolfzell-Bodensee

Betriebsfähige
Trafowickelmaschinen
Fabrikat Froitzheim & Rudert
(Lagenwickelmaschinen HDR 1 oder neuere Typen)
zu kaufen gesucht
Eilangeb. mit Preisang. erb. unt. 4254 G

MAGNETOFON-TONMOTOREN
m. Tonrolle f. 19 od. 38 cm/sek. (b. Bestellung angeben!) Selbstanlaufender Synchronmotor mit größt. Tourenkonst. 750 U/min, 220 V~, 50 Hz, Höhe 140 mm, ϕ 150 mm, Gewicht ca. 4,6 kg
nur DM 66.00
WILKE
Berlin-Friedenau, Ringstraße 37

Seltene Gelegenheit!
1 Philips-Kartograph I für DM 600.- in bar, zu verkaufen.
RADIO-WALDECK
(16) Bad Hersfeld
Hanfsack 5

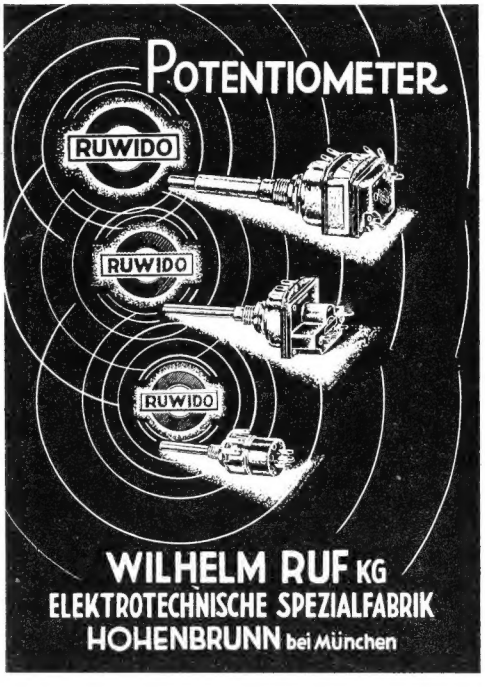
Sonderangebot!
Perm.dyn. Lautsprecher, 2 Watt 180 mm ϕ, mit Alu-Korb, ohne Übertrager, **per Stck. DM 3.95** ab Werk unverpackt. Versand p. Nachn., bei Nichtgefallen Rücknahme.
RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN / Jller

Industrie-
STOFFE
wie
Imperial | Saba
Grundig | Graetz
Mende | Opta
usw.
HANS A. W. NISSEN
seit 1920
Hamburg 1, Mönckebergstr. 17
Fordern Sie Muster an.

Lautsprecher Reparaturen
in bekannt. Qualität u. Preiswürdigkeit nach wie vor
Ing. Hans Könemann, Rundfunkmechanikermeister
Hannover, Ubbenstraße 2

Suche laufend Lager- u. Restposten in Rundfunkmaterial, Röhren (kommerz.), Stabis in größeren und kleineren Mengen
Wolfgang Mötz
Berlin-Charlottenbg. 4
Mommsenstraße 46

»TS 147 U«
gesucht
Angebote unter Nr. 4256 D erbeten.



Zu Höchstpreisen
folgende und andere Radioröhren gesucht:

1 H 5	6 L 6	829 B
1 LC 6	6 SF 5	StV 150/15
1 N 5	6 SJ 7	StV 150/20
3 A 5	6 SN 7	StV 280/40
3 Q 5	307 A	StV 280/80
6 AC 7	814	StV 280/80Z

TEKA · Weiden/Opf. F9

Röhren und Geräte
BC-312-342-348-221-191-, handy talkie und EZ 6 zu kaufen **gesucht.**
E. Heninger
Waltenhofen/Kempten

Gelegenheitskäufe!
Spulensätze, Chassis, Kondensatoren, Gleichrichter usw., sowie Ersatzteile aller Art.
Größte Auswahl auf allen Gebieten!
RADIO-SCHECK
NÜRNBERG, HARSDÖRFFER PLATZ 14

FTH

ZU NEBENSTEHENDER LISTE

Unser Programm:

Keine Dumping-Angebote, sondern in angemessenem Rahmen die zuverlässige Lieferung der ausländischen Elektronik für Anregungen u. Vergleiche der heimischen Industrie, für notwendige wissenschaftl. Versuche, für Re-Export von Industrie u. Handel und zur Deckung des umfangreich. Ersatz- u. Reparaturbedarfs.

Die angebotenen Röhren sind grundsätzlich neu und kommen in Garantie-Verpackung **ohne Berechnung von Spesen od. Zuschlägen bei Aufträgen über 20.— DM** zum Versand per Nachnahme oder gegen Vorkasse. Skonto 3 %.

Bei Klein- und Einzelaufträgen unter 20.— DM werden die entstehenden Versandspesen berechnet.

Jede Röhre ist vorgeprüft und trägt einen Garantiestempel, dessen Belassung auf der Röhre zwecks Anerkennung von Ersatzfragen unbedingt notwendig ist. Es gelten die allgemeinen Bedingungen der Röhrenwerke, **also die übliche Garantie von 6 Monaten** bei Empfangsröhren und einer Betriebsstundengarantie je nach Typ bei Spezialröhren.

Rabatte auf nebenstehende Bruttopreise
Einzelhandel ..... 33 1/3 %
Großhandel ..... 42 %
auf Radioempfangstypen; Rabatte bei Spezialtypen nach Vereinbarung.
Mengen-Rabatte bei Großbezug möglich. Bedingungen für organisierte Amateure, wissenschaftliche Institute, Behörden, und industriellen Bedarf je nach Fall.

Alle aufgeführten Röhren ab Lager lieferbar.
Vorübergehender Zwischenverkauf und damit kurzfristiges Vergriffensein der einen oder anderen Type möglich.
Ständiger Ankauf von Auslandsröhren.

Frankfurter Technische Handelsgesellschaft
SCHMIDT & CO. K. G.
FRANKFURT AM MAIN
ELBESTRASSE 49
RUF 32675
BANK: GEBR. BETHMANN, FFM. 300789
POSTSCHECK: FFM. 37962

FTH
LIEFERT ALLE
AUSLAND-RÖHREN
für
FILM TON HOCHFREQUENZ

MIT UBER 1000 VERSCHIEDENEN TYPEN UMFANGREICHSTES SORTIMENT

FTH Ausländische Röhren

Die PREISE für die gebräuchlichsten ausländischen Rundfunk-, Empfangs-, Sende- und Spezial-Röhren

0 A 1	12.—
0 A 2	19.80
0 A 3	14.40
0 B 2	21.—
0 B 3	13.50
0 C 3	13.20
0 D 3	13.50
0 Y 4	15.—
0 Z 3	14.40
0 Z 4	9.—
0 Z 4 A	10.—
1 A 3	12.—
1 A 4	13.50
1 A 4 P	15.—
1 A 5	10.—
1 A 6	13.50
1 A 7	12.—
1 AB 5	14.—
1 B 3	15.—
1 B 4 P	14.40
1 B 5	13.20
1 B 7	12.75
1 B 23	66.—
1 B 24	158.—
1 C 4	13.75
1 C 5	10.—
1 C 6	13.50
1 C 7	13.50
1 D 4	15.—
1 D 5	14.10
1 D 5 GP	14.40
1 D 6	12.—
1 D 7	13.50
1 D 8	17.50
1 E 4	11.40
1 E 5 GP	15.—
1 E 7	16.50
1 F 2	11.—
1 F 3	11.—
1 F 4	12.90
1 F 5	12.90
1 F 6	15.90
1 F 7	15.—
1 FD 9	11.—
1 G 4	11.70
1 G 5	13.—
1 G 6	12.—
1 H 4	10.—
1 H 5	10.—
1 H 6	15.—
1 H 20	9.—
1 J 5	14.50
1 J 6	14.75
1 L 4	9.—
1 L 5	15.—
1 L 6	12.—
1 LA 4	12.—
1 LA 6	15.—
1 LB 4	13.50
1 LC 5	14.50
1 LC 6	13.50
1 LD 5	14.10
1 LE 3	12.—
1 LH 4	12.—
1 LN 5	12.—
1 N 5	10.—
1 N 21	13.20
1 N 23	16.80
1 N 34	12.—
1 N 69	12.—
1 P 5	11.—
1 Q 5	13.20
1 R 4	12.—
1 R 5	10.—
1 S 4	12.75
1 S 5	10.—
1 SA 6	12.90
1 SB 6	12.50
1 T 4	10.—
1 T 5	13.50
1 U 4	10.—
1 U 5	11.—
1—V	12.—
1 X 2	15.—
2 A 3	18.—
2 A 5	13.20
2 A 6	13.—
2 A 7	14.20
2 AP 1	86.—
2 B 4	22.—
2 B 7	13.50
2 B 26	20.—
2 C 22	16.—
2 C 26	24.—
2 C 34	24.—
2 C 39	270.—
2 C 40	80.—
2 C 51	60.—
2 D 1	12.50
2 D 1 M	16.80
2 D 2	11.50
2 D 21	18.—
2 E 22	28.—
2 J 32	720.—

2 J 33	700.—
2 J 48	920.—
2 J 54	850.—
2 K 25	220.—
2 W 3	9.—
2 X 2	18.—
2 X 3	9.—
2XM400	18.—
2XM600	20.—
2XM800	58.—
2 Z 2	9.—
3 A 4	12.—
3 A 5	13.50
3 A 8	18.—
3 AP 1	120.—
3 B 4	15.—
3 B 5	13.75
3 B 7	14.40
3 B 24	28.—
3 B 25	90.—
3 BP 1	105.—
3 C 5	13.50
3 C 6	14.10
3 C 24	90.—
3 C 34	80.—
3 D 6	12.—
3 DP 1	115.—
3 E 21	120.—
3 E 22	60.—
3 E 29	135.—
3 FP 7	105.—
3 HP 7	120.—
3 LF 4	13.80
3 Q 4	10.—
3 Q 5	10.—
3 S 4	10.—
3 T 20	28.—
3 V 4	11.—
4 A 21	9.—
4 B 25	95.—
4 C 15	32.—
4 C 120	105.—
4 D 1	14.—
4 E 27	195.—
4 S	12.50
4 SH	14.40
4 THA	16.—
4 TPB	13.75
4 TSP	14.75
4 XP	18.—
4 Y 25	28.—
5 AZ 4	10.—
5 BP 4	130.—
5 C 10	12.—
5 C 15	14.40
5 C 110	120.—
5 CP 1	135.—
5 D 21	180.—
5 FP 7	140.—
5 HP 4	140.—
5 R 4	18.—
5 T 4	13.50
5 U 4	11.—
5 V 4	12.—
5 W 4	10.—
5 X 3	15.—
5 X 4	12.50
5 X 35	66.—
5 X 75	120.—
5 Y 3	8.—
5 Y 4	10.50
5 Y 15	22.50
5 Y 35	24.—
5 Z 3	11.40
5 Z 4	12.—
5 Z 48	17.50
6 A 3	15.—
6 A 5	17.50
6 A 6	12.50
6 A 7	13.—
6 A 8	12.50
6 AB 4	15.—
6 AB 5	15.—
6 AB 7	14.40
6 AB 8	14.50
6 AC 5	12.—
6 AC 7	12.—
6 AD 5	11.—
6 AD 7	15.—
6 AE 5	12.50
6 AF 6	12.75
6 AF 7	12.—
6 AG 5	10.—
6 AG 6	14.—
6 AG 7	13.75
6 AH 5	18.—
6 AH 6	12.—
6 AH 7	12.50
6 AJ 5	18.—
6 AJ 7	13.50
6 AK 5	18.—
6 AK 6	12.—
6 AL 5	10.—
6 AL 6	20.—

6 AL 7	13.80
6 AM 5	13.20
6 AM 6	13.20
6 AQ 5	9.—
6 AQ 6	11.—
6 AQ 7	12.75
6 AR 5	12.50
6 AS 5	10.—
6 AT 6	9.—
6 AU 6	10.—
6 AV 5	12.—
6 AV 6	9.—
6 AW 4	11.—
6 AW 5	12.50
6 AX 5	11.—
6 B 4	15.—
6 B 5	15.—
6 B 6	12.—
6 B 7	13.50
6 B 8	12.—
6 BA 6	9.—
6 BA 7	13.50
6 BE 6	9.—
6 BH 6	12.—
6 BJ 6	12.—
6 BN 8	14.40
6 BQ 6	17.50
6 BX 6	12.80
6 BY 8	15.—
6 C 4	8.—
6 C 5	9.—
6 C 6	10.—
6 C 7	13.25
6 C 8	12.—
6 C 21	540.—
6 CB 6	10.—
6 D 1 A	13.—
6 D 1 B	12.—
6 D 2	10.—
6 D 6	12.—
6 D 7	13.50
6 D 8	14.10
6 E 5	11.—
6 E 7	14.50
6 E 8	12.50
6 F 5	10.—
6 F 6	9.—
6 F 7	12.—
6 F 8	12.75
6 F 12	13.20
6 G 5	12.—
6 G 6	9.—
6 G 7	13.20
6 H 4	12.50
6 H 5	12.—
6 H 6	7.50
6 H 7	15.90
6 H 8	11.10
6 J 4	45.—
6 J 5	9.—
6 J 6	10.—
6 J 7	9.—
6 J 8	15.—
6 K 5	12.—
6 K 6	9.—
6 K 7	9.—
6 K 8	12.—
6 L 5	10.—
6 L 6	13.20
6 L 7	10.—
6 M 1	12.—
6 M 6	10.—
6 M 7	10.—
6 M 8	16.50
6 N 7	12.90
6NO 60	36.—
6NO 110	36.—
6 P 5	12.—
6 P 7	15.—
6 P 8	15.—
6 Q 5	20.—
6 Q 6	13.20
6 Q 7	9.—
6 Q 8	13.50
6 R	8.—
6 R 6	12.75
6 R 7	10.—
6 RV	8.—
6 S 5	12.—
6 S 7	10.—
6 SA 7	9.—
6 SB 7	13.80
6 SC 7	12.—
6 SD 7	12.60
6 SE 7	13.—
6 SF 5	9.—
6 SF 7	10.—
6 SG 7	9.—
6 SH 7	9.—
6 SJ 7	9.—
6 SK 7	9.—
6 SL 7	10.—
6 SN 7	10.—
6 SQ 7	9.—

6 SR 7	9.—
6 SS 7	9.—
6 ST 7	11.70
6 SU 7	12.50
6 SV 7	13.50
6 SZ 7	11.40
6 T	13.—
6 T 5	12.—
6 T 6	13.80
6 T 7	12.—
6 T 8	12.—
6 TE 8	14.40
6 TH 8	15.—
6 TP	15.—
6 U 5	12.—
6 U 6	13.80
6 U 7	11.10
6 U 8	13.75
6 V 5	12.—
6 V 6	9.—
6 W 4	10.—
6 W 5	13.—
6 W 6	11.—
6 W 7	11.50
6 X 4	7.—
6 X 5	8.—
6 X 6 B	9.—
6 X 6 M	13.20
6 Y 5	11.—
6 Y 6	12.—
6 Y 20	140.—
6 Z 3	13.—
6 Z 4	8.—
6 Z 7	14.90
6 ZY 5	10.—
6 — 7	9.—
7 A 3	13.50
7 A 4	10.—
7 A 5	12.—
7 A 6	9.—
7 A 7	10.—
7 A 8	10.—
7 AB 7	13.—
7 AD 7	14.40
7 AF 7	11.10
7 AG 7	10.—
7 B 4	10.—
7 B 5	11.—
7 B 6	10.—
7 B 7	10.—
7 B 8	10.—
7 C 4	13.20
7 C 5	10.—
7 C 6	10.—
7 C 7	10.—
7 D 3	14.70
7 D 5	14.40
7 D 6	14.70
7 D 7	14.70
7 D 8	13.80
7 D 9	13.20
7 E 5	15.—
7 E 6	11.—
7 E 7	12.—
7 F 7	10.—
7 F 8	12.—
7 G 7	12.—
7 H 6	12.—
7 H 7	10.—
7 J 7	13.50
7 K 7	13.25
7 L 7	12.—
7 N 7	11.—
7 Q 7	11.—
7 R 7	12.—
7 S 7	12.—
7 T 7	13.80
7 V 7	12.—
7 W 7	10.—
7 X 7	13.80
7 Y 4	9.—
7 Z 4	12.—
8 A 2	13.—
8 D 2	12.80
8 D 3	13.20
8 D 5	14.70
9 A 1	13.50
9 A 3	13.50
9 D 2	13.50
9 D 6	12.—
10 (Y)	24.—
10 C 1	14.—
10 D 1	12.—
10 F 3	11.70
10 F 9	12.—
10 LD 11	11.10
10 P 13	13.50
10 P 14	13.80
10 T 1	6.—
11 A 2	12.50
11 A 6	16.—
11 A 8	13.50
11 C 5	11.—
11 D 3	12.—

11 D 5	12.—
11 E 8	13.75
11 F 6	13.80
11 J 7	11.—
11 K 7	11.40
11 N 7	16.—
11 Q 7	12.—
11 S 7	12.—
11 X 5	12.—
12 A 6	10.—
12 A 7	15.—
12 A 8	12.—
12 AH 7	10.—
12 AL 5	10.—
12 AT 6	9.—
12 AT 7	15.—
12 AU 6	10.—
12 AU 7	12.—
12 AV 6	9.—
12 AX 7	12.—
12 B 6	12.—
12 B 7	11.—
12 BA 6	9.—
12 BA 7	12.—
12 BE 6	9.—
12 BH 7	12.—
12 C 8	12.—
12 F 5	11.—
12 G 7	12.—
12 H 6	7.50
12 J 5	7.50
12 J 7	11.—
12 K 7	11.—
12 K 8	12.75
12 L 8	18.—
12 Q 7	11.—
12 R 7	12.—
12 SA 7	11.—
12 SC 7	9.—
12 SF 5	12.—
12 SF 7	12.60
12 SG 7	9.—
12 SH 7	10.—
12 SJ 7	10.—
12 SK 7	9.—
12 SL 7	10.—
12 SN 7	10.—
12 SQ 7	10.—
12 SR 7	11.40
12 SW 7	11.40
12 SX 7	10.—
12 SY 7	11.—
12 X 3	12.—
12 Y 4	11.70
12 Z 3	11.40
13	8.—
13 DHA	13.30
13 PGA	13.80
13 SPA	12.80
13 T 4	9.—
13 VP	13.50
14 A 4	12.—
14 A 5	15.—
14 A 7	11.—
14 AF 7	12.—
14 B 6	11.—
14 C 5	13.80
14 C 7	12.—
14 E 6	12.—
14 F 7	11.70
14 H 7	11.40
14 J 7	13.50
14 Q 7	12.—
14 R 7	13.80
14 S 7	13.20
15	15.—
15 A 2	18.—
15 A 6	14.25
15 D 1	16.20
15 D 2	16.—
16	20.—
16 A 5	13.75
17 L 6	14.40
19	13.60
19 AQ 5	12.—
19 T 8	15.—
19 W 3	10.80
19 Y 3	9.70
20 A 1	15.—
20 A 3	18.—
20 D 2	14.10
21 A 6	17.—
23 D 4101	135.-
24/76	12.—
24/77	13.50
24 (A)	12.25
24 A 7	13.80
24 B 7	14.40
24 G	90.—
24 THA	16.—
25	13.50
25 A 6	15.—
25 C 6	15.—
25 L 6	11.—

25 RE	12.90
25 T	80.—
25 TG	90.—
25 W 4	10.—
25 Y 5	13.50
25 Y 6	13.—
25 Z 3	13.80
25 Z 4	13.80
25 Z 5	11.—
25 Z 6	9.—
27	12.—
28 D 7	13.30
30	9.—
30 sp.	15.—
31	14.—
32	13.75
32 L 7	13.20
33	13.50
34	13.80
35	12.—
35 A 5	12.—
35 B 5	12.—
35 C 5	12.—
35 L 6	11.—
35 W 4	8.—
35 Y 4	10.—
35 Z 3	10.—
35 Z 4	10.—
35 Z 5	9.—
35 Z 6	12.—
36	12.90
37	10.—
38	11.—
39	12.—
40	13.20
40 PPA	15.—
40 SUA	14.—
41	12.—
41 FP	12.—
41 MH	12.50
41 MHL	12.75
41 MPG	18.—
41 MPT	15.—
41 MTL	13.20
41 MXP	13.80
41 STH	15.—
42	12.—
42 MP	13.50
42 MPT	15.—
42 OT	14.40
42OTDD	16.50
42 SPT	14.40
43	12.—
43 JU	12.—
44	12.75
45	12.—
45 sp.	18.—
45 L 6	13.80
45 Z 3	12.—
45 Z 5	12.—
46	13.25
47	12.—
48	15.—
49	13.30
50	24.—
50 A 5	12.—
50 B 5	11.—
50 C 5	12.—
50 L 6	11.—
50 X 6	12.—
50 Y 6	12.—
50 Z 6	12.—
50 Z 7	12.—
51	12.—
53	13.60
53 A	135.—
55	11.40
56	10.50
57	11.40
57 A	11.—
58	11.40
58 A	11.—
59	13.80
70 L 7	16.50
71 A	12.—
72	27.—
73	54.—
75	11.—
76	9.—
77	10.—
78	10.50
79	13.80
80	8.—
80 S	9.60
80 V	11.25
81	19.50
82	12.—
83	11.60
83 V	13.40
84	8.—
85	12.75
89	12.50
100 TH	120.—
100 TS	120.—

101 F	12.—
102 G	12.—
114 B	18.—
117 L 7	18.—
117 M 7	18.—
117 N 7	18.—
117 P 7	18.—
117 Z 3	11.—
117 Z 4	12.—
117 Z 6	12.—
121 A	10.—
203 A	110.—
205 E	17.50
210 DDT	13.50
210 HF	10.—
210 PG	15.—
211 (sp.)	90.—
217 A	128.—
218	480.—
221 A	160.—
249 C	72.—
250 R	210.—
250 TH	180.—
250 TL	180.—
257 B	195.—
262 B	17.40
272 A	18.—
274 B	15.—
300 B	24.—
304 TL	340.—
307 A	48.—
310 A	19.20
311 A	24.—
316 A	80.—
323 A	60.—
328 A	11.10
329 A	12.50
331 A	24.—
337 A	19.20
348 A	21.—
349 A	24.—
350 B	39.—
351 A	15.—
352 A	20.—
353 A	13.50
355 A	135.—
367	30.—
368 AS	96.—
371 B	144.—
393 A	42.—
394 A	36.—
417 A	480.—
446 A	80.—
530	Anfrage
559	48.—
601	13.20
615	16.80
703 A	96.—
705 A	135.—
713 A	14.40
714 A	800.—
715 B	180.—
717 A	14.40
721 A	120.—
721 B	135.—
723 AB	220.—
724 B	60.—
725 A	770.—
726 A	240.—
732 A	28.—
801	33.—
802	36.—
803	162.—
804	136.—
805	110.—
807	24.—
810	115.—
811	39.—
813	120.—
814	108.—
815	60.—
816	18.—
826	105.—
829 (B)	135.—
830 B	88.—
832 (B)	96.—
834	110.—
836	90.—
837	45.—
841	30.—
843	24.—
864	12.—
865	96.—
866 (A)	20.—
866 JR	24.—
872 (A)	58.—
884	20.—
885	27.—
902	90.—
918	48.—
921	55.—
923	42.—
927	60.—
930	45.—

931 A	135.—
954	21.—
955	15.—
956	22.—
957	24.—
958	21.—
959	23.—
1613	15.—
1614	18.—
1616	60.—
1619	18.—
1621	15.—
1622	20.—
1624	38.—
1625	39.—
1626	12.—
1629	12.—
1630	66.—
1631	17.—
1632	21.—
1638	8.—
1641	39.—
1701	48.—
2050	18.—
2051	18.—
2403	9.—
3074 A	24.—
3305 A	60.—
4012 A	90.—
4017 B	24.—
4019 A	16.50
4020 A	15.—
4022 A	15.—
4022 AR	15.—
4033 A	45.—
4074 A	24.—
4076 B	38.—
4201	210.—
4282 B	72.—
4313 C	15.—
4609	15.—
4617	18.—
5545	210.—
5550	360.—
5551	580.—
5552	890.—
5553	1920.—
5555	2680.—
5557	48.—
5558	96.—
5560	165.—
5894	150.—
5910	18.—
8001	195.—
8011	210.—
8012	110.—
8016	15.—
8018	36.—
8020	240.—
8025	120.—
9001	15.—
9002	10.—
9003	12.—
9004	10.—
9005	16.50
9006	7.50
A 15 N	9.—
A 40 N	9.—
AC/P 4	15.—
ACR 4	11.—
ACR 13	180.—
AC/SP 3	12.-
ACT 9	960.—
B 230	15.—
B 240	15.—
BT 19	39.—
C 226	15.—
CAT 189048	24.—
CBL 31	15.—
CCH 35	14.40
CK 1003	10.—
CK 1005	12.75
CK 1006	27.—
CL 33	13.50
CL 124	12.—
CV 35	480.—
CV 101	12.—
CV 193	240.—
CY 31	7.50
CY 32	9.—
D 1	17.50
D 4	13.50
D 5	15.—
D 42	9.—
D 404	13.20
D 430	15.—
DA8/300	230.-
DAC 31	12.—
DAC 32	10.—
DCH 31	15.—
DDL 4	10.—
DDR 2	32.—

DE 2/200	72.-
DET 1	90.—
DET 11	105.—
DF 31	12.—
DF 32	12.—
DF 33	10.—
DK 31	16.50
DK 32	10.—
DL 31	10.—
DL 33	10.—
DL 35	10.—
DL 36	13.20
DLL 31	13.—
DLS 10	54.—
DN 254	12.—
DT 6	15.—
DV 40B	270.-
E 20/400	27.—
E 50/600	39.—
E 60 M	110.—
E 75/1000	75.-
E 960	480.—
E 1148	24.—
E 1191	1350.—
E 1192	18.—
E 1231	72.—
E 1266	155.—
E 1323	24.—
E 1359	900.—
E 1368	90.—
E 1380	220.—
E 1474	32.—
EA 50	13.50
EB 34	8.50
EBC 33	11.—
EBF 32	13.20
EBL 31	14.10
ECC 31	15.—
ECC 32	15.—
ECC 34	13.50
ECC 35	10.—
ECH 33	14.40
ECH 35	12.50
EF 34	27.—
EF 36	11.—
EF 39	11.—
EF 50	21.—
EF 54	27.—
EG 1	10.—
EG 15	72.—
EG 75	135.—
EK 32	15.—
EL 6 C	95.—
EL 6 CF	105.-
EL 32	12.—
EL 33	12.75
EL 36	16.50
EM 31	12.75
EM 34	12.—
EM 35	12.—
ES 204A	880.-
ESU 150	72.-
EY 51	10.80
EZ 35	9.—
F 10	15.—
FC 2 A	16.80
FG 17	48.—
G 409	12.—
GA 16	48.—
GDT 4 B	36.-
GL 446 A	80.-
GO 20	32.—
GO 25	33.—
GOT 100	135.-
HG 3	24.—
HL 23 DD	15.-
HL 133 DD	12.75
HL 210	12.—
HK 257B	195.-
HVR 2	27.—
K 50 M	14.40
KBC 32	13.50
KCF 30	16.50
KF 35	13.50
KK 32	18.—
KL 35	15.—
KT 24	15.—
KT 33 C	18.—
KT 61	16.50
KT 66	18.—
KTW 61	12.—
KTZ 41	13.50
KTZ 73	12.—
L 2	12.—
L 21	12.—
L 21/DD	14.40
L 63	10.—
LP 6	14.25
LP 10	12.—
LP 13	15.—
LS 5 B	22.50
MPT 42	13.80
MS/Pen	13.20

MS/Pen B	13.20
MU 12-14	12.-
MVS/Pen B	13.80
MZ 05/20	32.-
N 78	14.50
P 75	180.—
P 220	14.50
P 600	20.—
P 625	15.—
Pen 25	14.25
Pen 46	17.50
Pen 1340	16.-
PH 60	15.—
PT 5 B	55.—
PT 6	120.—
PTT 0	15.—
PTT 202	18.—
PX 4	17.50
R 7/14	15.—
R 20 N	8.—
R 86	15.—
R 100/6	14.25
R 116	15.—
R 117	22.50
R 122	18.—
R 209	18.—
R 212	16.50
R 224	19.—
RBF 4	36.—
RK 30	120.—
RK 34	24.—
RK 807	27.50
RL 16	32.—
RL 18	36.—
RL 37	33.—
RRAF	15.—
RRBF	15.—
RRCF	15.—
RSAF	14.40
RRR 234	12.—
RT 1-2	12.50
RT 2	12.—
RT 3	15.—
RT 4	27.—
RT 12	15.—
RTS 4	16.—
S 6	24.—
S 130	13.50
S 610	14.50
SG 250	880.—
SP 2 B	14.75
SP 41	18.—
SP 61	15.—
SP 210	12.75

SU 2150A	24.-
T 100 G	35.—
T 134	13.75
TE 06	13.30
TH 41	15.—
TM	13.50
TM 2	18.—
TM 3	22.—
TM 15	18.—
TM 30	27.—
TM 50	45.—
TM 75	75.—
TMBF 1	21.-
TMBG	18.—
TP 22	16.50
TP 25	15.—
U 6	36.—
U 17	24.—
U 18	19.—
U 22	22.—
U 24	27.—
U 31	15.—
U 52	12.—
U 245	11.75
U 404	7.50
UH 50	110.—
UU 5	12.—
V 226	15.—
V 248 A	8.—
V 960	24.—
V 1120 B	36.—
V 1913	42.—
V 1920	120.—
V 2033	150.—
V 1907	27.—
VC 50/20	220.-
VCR 518	180.-
VCR 528	575.-
VH 600	20.—
VJ 507	15.—
VMS 4	14.50
VP 23	13.50
VP 41	13.75
VR 65	15.—
VT 5	16.—
VT 98	625.—
VT 158	900.—
VU 134	22.—
W 5 H	14.50
W 31	90.—
W 77	12.—
WL 532A	60.-
X 22	16.50
X 61 M	12.50
Y 63	12.—

Zerhacker

6 V 4stift ..... 15.—
12 V 4stift 17.50

weitere 20 Typen vorrätig, Preise auf Anfrage

Fassungen

für 1 R 5 ..... —.50
für 6 V 6 ..... —.50

f. weitere 20 Typen Preise auf Anfrage

Skalenbirne

6—8 V, 150 mA, Bajonett-Sockel (amerik.) ..... —.70

Taschenlampen-Birne

für amerik. Lampe, 2,5 V steckbar ..... —.50

Weg. Platzmangels mußte Aufführg. zahlreich. weiterer lieferbarer Auslandsröhren unterbleiben. Hierzu gehören auch die i. verschied. Typen lieferbaren **Russischen Röhren,** sowie Englische Röhren älter u. neuer Serien, wie überhaupt laufend mit Neuzugängen gerechnet werden muß.

Außerdem konnten Typen mit spez. Heeres-Bezeichnungen nur unter den jeweiligen „Zivil" - Bezeichnungen aufgenomm. werden, da z. B. die Reihen 10 E, CV, VT usw. kaum i. Handel vorkommen.

Preise etc. für etwa nicht hier aufgeführte Typen können demnach auf Anfrage sof. mitgeteilt werd.

Wir führen die gesamte ausländische Elektronik und liefern ab Lager Röhren für:

Rundfunk
Alle Typen für Empfang und Wiedergabe.

Verstärker
für Stufen aller Größen von Subminiatur bis zu größten Endstufen.

Sender
von —,2 W bis 75 kW Leistung, mit Freq. bis 10 000 MHz; für Telegr., Fonie, AM, FM, Radar, Hf - Erhitzung, Ultraschall, Diathermie, mit Pliotron, Magnetron, Klystron, oder Spez.-Triode.

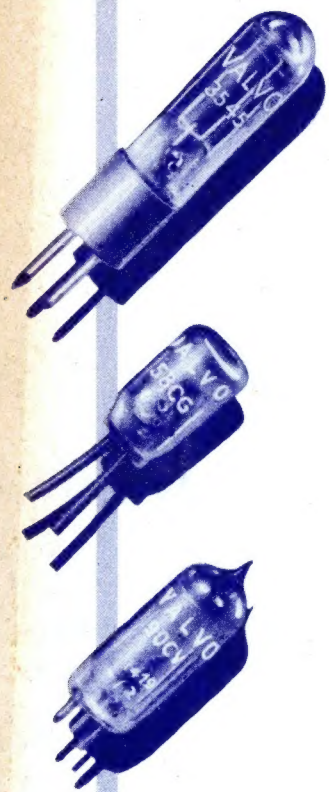
Oszillographie
Durchmess. von 3 cm bis 30 cm, u. a. grün, blau, gelb, weiß, polar, magnetisch, statisch, Zweistrahl, nachleuchtend, Fernseh.

Gleichrichter
Hoch

VALVO FOTOZELLEN

überall

schalten · zählen · steuern



VALVO Fotozellen sind als wesentlicher Bestandteil selbstätiger Schaltungen in allen Zweigen der Technik und Industrie verbreitet. Einige typische Anwendungsbeispiele sind:

Chemische Analyse mit Fotozellen in Flammen-Fotometern

Farbvergleich mit Fotozellen in Spektro-Fotometern

Zählvorgänge durch Unterbrechen oder Einschalten eines Lichtstrahles

Nachweis von Staub und Rauch durch Messung der Lichtdurchlässigkeit

Prüfen von Oberflächen und Überzügen durch Messung der Lichtreflektion

Feueralarm durch Helligkeits-Messungen oder Rauchnachweis

Steuern von Arbeitsmaschinen durch optische Abtastung des Werkstückes

Auslösen von Faltmaschinen, Schneidemaschinen und dergleichen durch Unterbrechung eines Lichtstrahles durch das Arbeitsgut

Temperaturkontrolle durch Belichtung eines Thermometers

Umsetzen von Lichtmodulation in Ton

Sicherheitsvorrichtungen aller Art

Die Fotozellen arbeiten im allgemeinen mit einer Verstärkerröhre (siehe Abb. 1) oder einer Relaisröhre zusammen (Abb. 2), die die geringen Fotoströme in geeigneter Weise verstärken. Die Schaltung nach Abbildung 2 arbeitet mit Wechselstrom-Speisung und ist für direkten Netzanschluß geeignet. Für Anwendungszwecke, bei denen es auf strenge Proportionalität zwischen Licht und elektrischem Strom ankommt, arbeitet man mit Hochvakuumzellen, in Fällen, wo die Linearitäts-Forderungen nicht so streng sind, kann man die weit empfindlicheren gasgefüllten Zellen benutzen

Das Maximum der spektralen Empfindlichkeit der VALVO Fotozellen liegt im infraroten und roten Gebiet (Abb. 3), so daß die Empfindlichkeit für Glühlampenlicht, das für industrielle Anwendungen meist gebraucht wird, relativ hoch ist

Abb. 1

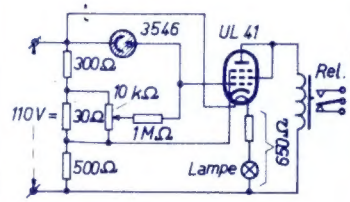


Abb. 2

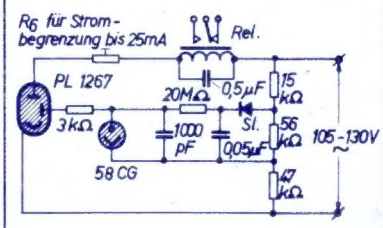
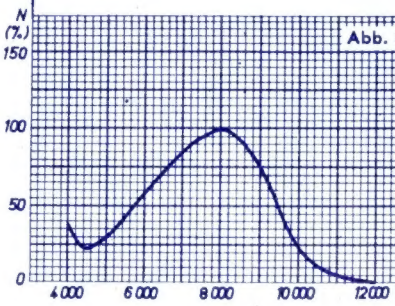


Abb. 3



	Hochvakuumzellen			gasgefüllte Zellen			
Typ	58 CV	90 CV	3545	58 CG	3533	3538	3546
Kennzeichen	Für frontalen Lichteinfall. Kleine Abmessungen	große Katodenfläche	Mikrofoniesichere Ausführung	Für frontalen Lichteinfall. Kleine Abmessungen	große Katodenfläche		Mikrofoniesichere Ausführung
Empfindlichkeit (Glühlampenlicht)	15 µA/lm	20 µA/lm	20 µA/lm	85 µA/lm	150 µA/lm	150 µA/lm	150 µA/lm
Max. Katodenstrom	3 µA	10 µA	5 µA	1,5 µA	7,5 µA	7,5 µA	7,5 µA

Weitere Unterlagen und Auskünfte sowie eingehende Beratung über den Einsatz von Fotozellen durch

ELEKTRO SPEZIAL
G · M · B · H

HAMBURG 1 · MÖNCKEBERGSTRASSE 7

Bez. 15
Schimmel Hans W,
Tal 1c/4 1ks.
212 a